

НАНЕСЕНИЕ ДВУХСЛОЙНОГО ПРОСВЕТЛЯЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ Al_2O_3/MgF_2 МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ИСПАРЕНИЯ С ИОННЫМ АССИСТИРОВАНИЕМ

Макарьцов И.О.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

научный руководитель: Аваков С.М. – д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. В данной работе исследуется влияние ионного ассистирования (ИА) на оптические характеристики двухслойного покрытия Al_2O_3/MgF_2 , полученного методом электронно-лучевого испарения. На основе анализа полученных спектральных зависимостей показано, что ионное воздействие приводит к выравниванию коэффициента отражения. Это позволяет стабилизировать показатель преломления материала и минимизировать пористость покрытия. Результаты подтверждают эффективность частичного использования ИА для создания прецизионных оптических систем с высокой спектральной стабильностью.

Ключевые слова. Ионное ассистирование, электронно-лучевое испарение, тонкие пленки, двухслойные покрытия, оптические покрытия, плотность покрытия, вакуумное напыление, коэффициент отражения, оксид алюминия, фторид магния.

Введение. В современной прецизионной оптике особое значение имеют просветляющие покрытия, обеспечивающие минимизацию отражения в заданном спектральном диапазоне и повышение светопропускания оптических элементов [1]. Такие покрытия востребованы в проектируемых системах для оборудования микроэлектронной промышленности, где даже небольшие потери на отражение могут существенно ухудшать рабочие характеристики системы, снижать контраст изображения и создавать паразитные засветки [2]. Для УФ- и ГУФ-диапазона, требования к качеству тонкопленочных покрытий особенно жесткие, поскольку здесь возрастает влияние дефектов структуры, остаточной пористости и отклонений толщины от расчетных значений [3].

Одной из технологий повышения качества тонких пленок является ионное ассистирование в процессе осаждения. Оно позволяет модифицировать морфологию пленки, повышать ее плотность, улучшать адгезию к подложке и снижать уровень пористости [4, 5]. В качестве материала просветляющей системы в диапазоне длин волн 200 – 400 нм часто используются двухслойные покрытия на основе оксида алюминия и фторида магния, поскольку комбинация Al_2O_3/MgF_2 позволяет формировать требуемое соотношение показателей преломления и получать коэффициент отражения в ультрафиолетовой области [6].

Целью данной работы является анализ влияния ионного ассистирования на оптические характеристики просветляющего покрытия Al_2O_3/MgF_2 . В работе рассматриваются физические основы процесса, механизмы формирования пленок, а также сравнение расчетных и экспериментальных спектров отражения для вариантов без ассистирования и с ассистированием. Особое внимание уделяется положению волны просветления на длине 248 нм и связи полученных результатов с физикой происходящих процессов.

Основная часть. Ионное ассистирование представляет собой дополнительное воздействие ионного потока на растущую плёнку в процессе осаждения (рисунок 1). В ходе этого процесса поверхность формируемого слоя подвергается бомбардировке ионами инертных или реакционноспособных газов, что приводит к передаче энергии атомам и изменению кинетики роста плёнки. В результате повышается подвижность частиц на

поверхности, уменьшается пористость, увеличивается плотность и улучшается адгезия покрытия к подложке. Кроме того, ионное воздействие способствует формированию более однородной структуры, снижению дефектности и улучшению оптических характеристик тонкоплёночных систем, что особенно важно для высокоточных оптических покрытий.

Для слоя Al_2O_3 такое воздействие особенно полезно, поскольку оксидные плёнки, сформированные без дополнительной энергии частиц, могут обладать рыхлой или колонковой структурой, обусловленной ограниченной подвижностью адатомов на поверхности [7, 8]. Ионное ассистирование способствует передаче дополнительной энергии в приповерхностный слой, что приводит к более плотной упаковке материала, снижению шероховатости и стабилизации оптических констант плёнки, а также позволяет наносить пленки при более низких температурах подложки [9, 10]. В результате изменяются как морфология слоя, так и его эффективная толщина и показатель преломления, которые становятся чувствительными к параметрам ионного воздействия [9–11]. Для плёнок Al_2O_3 , полученных без ионного ассистирования и недостаточной энергии частиц, характерны повышенная пористость и менее упорядоченная структура, тогда как при включении ионного потока происходит уменьшение доли свободного объёма и формирование более компактной микроструктуры [7, 9]. Это особенно важно для просветляющих покрытий, работающих в УФ-диапазоне, поскольку в коротковолновой области даже незначительные изменения плотности и морфологии приводят к заметным изменениям спектральных характеристик [10, 11].

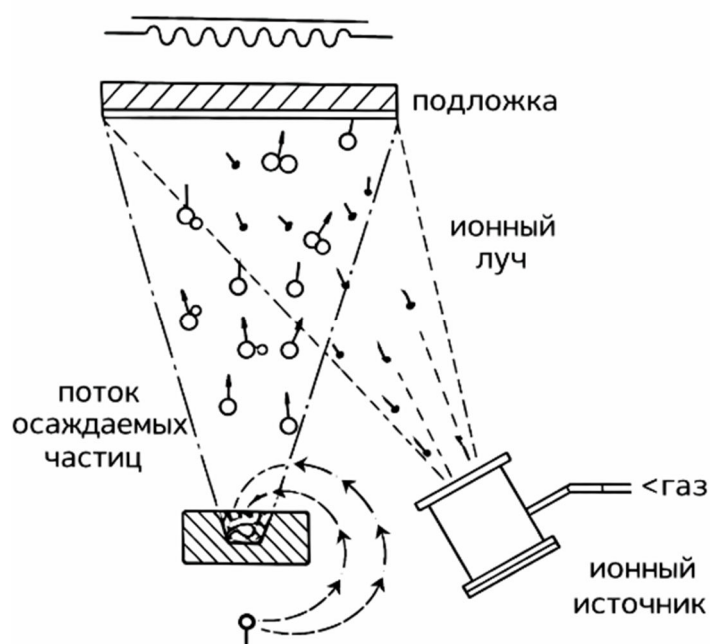


Рисунок 1 – Схема нанесения покрытия методом электронно-лучевого испарения с ионным ассистированием

На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента отражения покрытия Al_2O_3/MgF_2 от режима осаждения. Пленки наносились при температуре подложки 494 К электронно-лучевым методом без ассистирования в одном случае и в другом с ассистированием ионами аргона слоя Al_2O_3 . Физические толщины пленок были рассчитаны заранее и выдерживались во всех режимах осаждения. На рисунке видно различие полученных результатов с теоретическим расчетом.

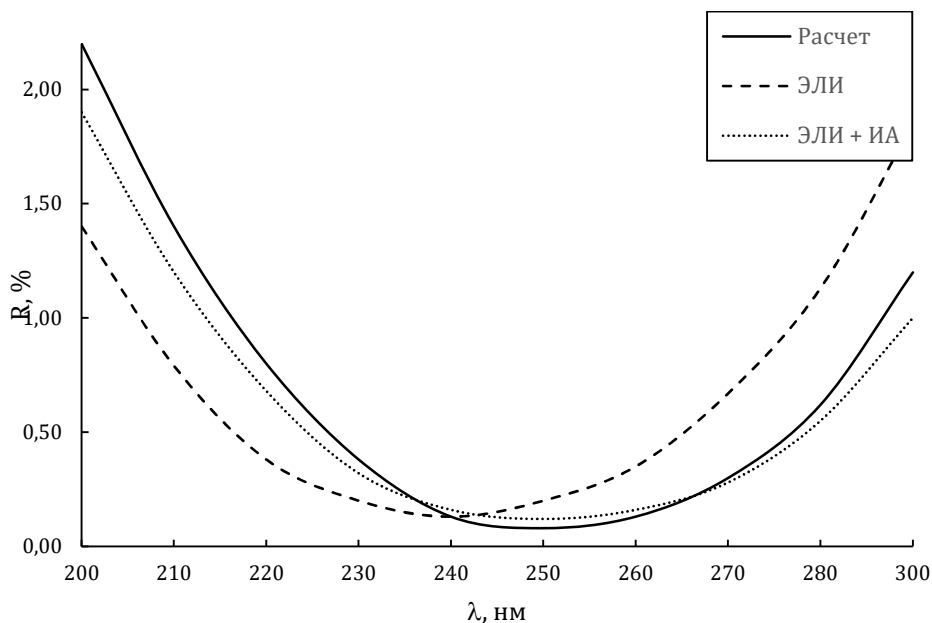


Рисунок 2 – Спектральная зависимость коэффициента отражения $R(\lambda)$ покрытия Al_2O_3/MgF_2 , полученного методом электронно-лучевого испарения (ЭЛИ) и с ионным ассистированием (ЭЛИ + ИА), в сравнении с расчётным спектром

Полученные результаты показывают, что при ионном ассистировании спектральная зависимость коэффициента отражения покрытия Al_2O_3/MgF_2 в большей степени соответствует расчётной. При этом положение минимума отражения оказывается ближе к заданной длине волны, в частности к области 248 нм. Наблюдаемые особенности могут быть связаны с изменением структуры формируемого слоя Al_2O_3 под воздействием ионного потока, в том числе с уменьшением пористости и изменением эффективных оптических параметров, что отмечается в ряде работ.

Различия между образцами, полученными без ассистирования и с ионным ассистированием, проявляются в форме спектральной зависимости коэффициента отражения. Для покрытия без ассистирования наблюдается большее отклонение от расчётной кривой в фиолетовую сторону спектра, а также смещение минимума отражения, что может быть связано с более рыхлой структурой слоя и его чувствительностью к воздействию окружающей среды, включая влагу, абсорбированную после извлечения образца из камеры. При использовании ионного ассистирования экспериментальная зависимость оказывается ближе к расчётной, что также может быть обусловлено изменением плотности и морфологии плёнки.

Заключение. В работе проведено сравнение спектральной зависимости коэффициента отражения покрытий Al_2O_3/MgF_2 , полученных методом электронно-лучевого испарения при различных режимах осаждения, с результатами теоретического расчёта. Показано, что применение ионного ассистирования при формировании слоя Al_2O_3 приводит к лучшему совпадению экспериментальной зависимости $R(\lambda)$ с расчётной, а также к стабилизации положения минимума отражения вблизи заданной длины волны. Наблюдаемые различия между покрытиями, полученными с и без ионного ассистирования связаны с изменением условий формирования слоя и его эффективных оптических параметров. Полученные результаты согласуются с представлениями о влиянии дополнительного энергетического воздействия на процессы роста тонких плёнок.

Для задач прецизионной оптики в УФ- и ГУФ-диапазоне, важное значение имеют стабильность параметров покрытия и согласование экспериментальных характеристик с расчётными. Ионное ассистирование может быть использовано как один из способов

повышения воспроизводимости свойств покрытий и приближения их оптических характеристик к заданным значениям.

Список литературы:

1. H. K. Raut, V. A. Ganesh, A. S. Nair, S. Ramakrishna, "Anti-reflective coatings: A critical, in-depth review," *Energy Environ. Sci.* (2011). DOI: 10.1039/C1EE01297E.
2. L. E. Busse et al., "Review of antireflective surface structures on laser optics and windows," *Appl. Opt.* 54, F303–F310 (2015). DOI: 10.1364/AO.54.00F303.
3. W. Bogaerts et al., "Fabrication of photonic crystals in silicon-on-insulator using 248-nm deep UV lithography," *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* 8(4), 928–934 (2002). DOI: 10.1109/JSTQE.2002.800845.
4. John R. McNeil, Alan C. Barron, S. R. Wilson, W. C. Herrmann, "Ion-assisted deposition of optical thin films: low energy vs high energy bombardment," *Applied Optics* 23(4), 552–559 (1984). DOI: 10.1364/AO.23.000552.
5. Michael Nastasi, James Mayer, James K. Hirvonen, "Ion beam assisted deposition," in *Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications* (1996). DOI: 10.1017/CBO9780511565007.014.
6. Konstanty Marszałek, Paweł Winkowski, Marta Marszałek, "Antireflective bilayer coatings based on Al₂O₃ film for UV region," *Materials Science-Poland* 33(1), 6–10 (2015). DOI: 10.1515/msp-2015-0011.
7. O. Zywitzki et al., *Surface and Coatings Technology* 151–152 (2002) 14–20. DOI: 10.1016/S0257-8972(01)01632-2
8. J. A. Thornton, "Influence of apparatus geometry and deposition conditions on the structure and topography of thick sputtered coatings," *J. Vac. Sci. Technol.* 11 (1974). DOI: 10.1116/1.1312732
9. M. S. Al-Robaee et al., *Journal of Materials Research* 9(10) (1994). DOI: 10.1557/JMR.1994.2688.
10. J. R. McNeil et al., *Applied Optics* 23(4) (1984). DOI: 10.1364/AO.23.000552.
11. J. R. Nightingale et al., *MRS Proc.* 983 (2007). DOI: 10.1557/PROC-983-0983-LL05-01.

UDC 621.3

DEPOSITION OF Al₂O₃/MgF₂ BILAYER ANTIREFLECTION COATING BY ION-ASSISTED ELECTRON-BEAM EVAPORATION

I.O. Makartsov

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

scientific supervisor: S.M. Avakov – Dr. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. This paper examines the effect of ion-assisted coating (IA) on the optical properties of a bilayer Al₂O₃/MgF₂ coating produced by electron beam evaporation. Analysis of the resulting spectral dependences demonstrates that ion-assisted coating leads to a leveling of the reflectivity. This stabilizes the refractive index of the material and minimizes coating porosity. The results confirm the effectiveness of using partial IA for creating precision optical systems with high spectral stability.

Keywords. Ion-assisted deposition, electron-beam evaporation, thin films, bilayer coatings, optical coatings, coating density, vacuum deposition, reflectance, aluminum oxide, magnesium fluoride.

ФОРМИРОВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ АЗОТОМ

Потылкин А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Телеш Е.В. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Исследовано влияние парциального давления азота на скорость нанесения и характеристики фторуглеродных покрытий. Установлено, что увеличение доли азота способствовало снижению скорости нанесения, оптического пропускания в видимом диапазоне и коэффициента трения фторуглеродных покрытий, что можно связать с заменой химических связей C–F на C–N.

Ключевые слова. фторуглеродные покрытия, реактивное ионно-лучевое распыление, давление азота, скорость нанесения, оптические характеристики, трибологические характеристики

Введение. Фторуглеродные покрытия нашли широкое применение в микроэлектронике, микроэлектромеханических системах и других областях техники, как активные, так обычные диэлектрические и защитные покрытия. Фторуглеродные тонкопленочные покрытия применяются в качестве материалов оптических покрытий с низким коэффициентом преломления, гидрофобных, антифрикционных, защитных, химически стойких покрытий [1,2]. Фторированный аморфный углерод (a-C:F), диэлектрическая проницаемость которого составляет около 2,4, является одним из перспективных материалов для межслойных диэлектриков [3]. Существенным недостатком фторуглеродных покрытий является их низкая (473 K) термостойкость из-за улетучивания фтора при нагреве. Для увеличения термостойкости применяется легирование фторуглеродных покрытий азотом и углеродом с целью формирования устойчивых к температуре связей C–N и C–C. В работе [4] фторуглеродные покрытия были осаждены методом химического осаждения из газовой фазы с использованием плазмы. В качестве исходных газов использовались CH₄, CF₄ и N₂. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS) показала, что в пленках с добавлением N₂ образуются связи C–N. Диэлектрическая постоянная пленок увеличилась с 2,1 до 2,4 при концентрации азота 10 %.

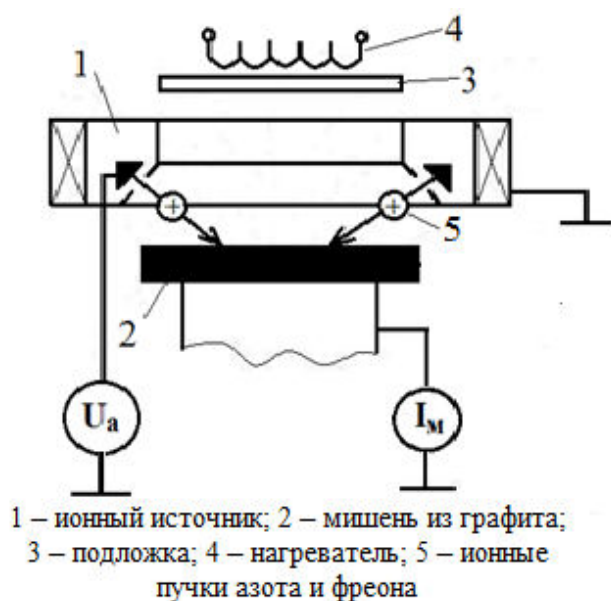
Реактивное ионное распыление применяют для нанесения пленок химических соединений (оксидов, нитридов, карбидов, боридов, силицидов, фторидов). Требуемое химическое соединение получают, подбирая материал распыляемой мишени и рабочий газ. При реактивном распылении сплавов или многокомпонентных систем можно получать пленки тройных соединений. Реактивное распыление используется для получения тонких пленок таких соединений, которые трудно или невозможно нанести другими способами.

Для нанесения фторуглеродных покрытий автор применял реактивное ионно-лучевое распыление мишени из графита [5]. Результаты измерений трибологических и оптических характеристик фторуглеродных покрытий, полученных распылением в чистом фреоне представлены в работах [6], [7].

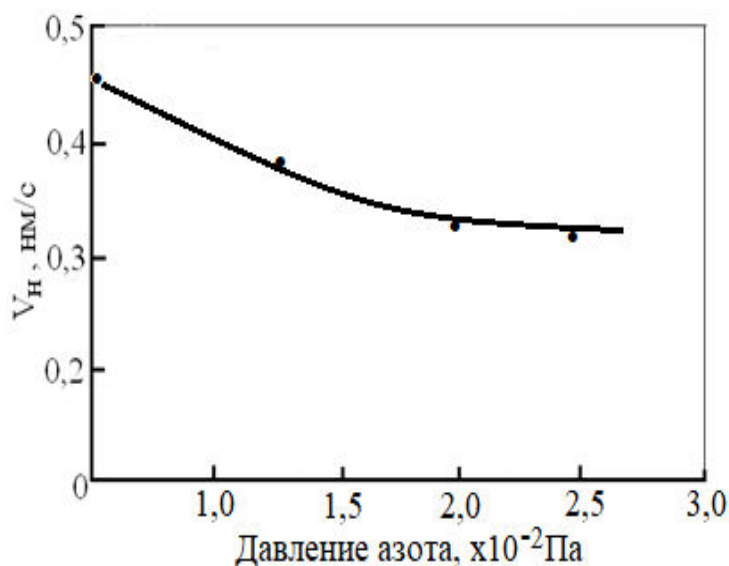
Метод реактивного распыления с помощью ионных источников характеризуется принципиальной простотой и высокой степенью контроля условий роста пленки. В нем энергия и состав частиц, бомбардирующих поверхность мишени, заданы режимом работы ионного источника, что позволяет менять параметры процессов распыления мишени и роста пленки независимо друг от друга и выявлять их закономерности. Метод реактивного ионно-лучевого синтеза тонких пленок с использованием пучков ионов химически активных газов

является одним из перспективных методов нанесения. Для управления электрофизическими, оптическими и механическими свойствами формируемых слоев необходимо изменять энергию, величину и состав потока осаждаемых частиц. В данной работе было проведено исследование влияния парциального давления азота в рабочем газе на скорость нанесения, оптические и трибологические характеристики CFN-покрытий.

Основная часть. Нанесение фторуглеродных покрытий осуществляли путём реактивного ионно-лучевого распыления мишени из уплотненного графита АВР ТУ-48-20-86-76 на модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017. Условная схема установки для нанесения покрытий представлена на рисунке 1, а. Напуск газов в вакуумную камеру осуществлялся игольчатыми натекалками. Контроль вакуума осуществлялся вакуумметром ВИТ-2. Мишень представляла собой диск диаметром 70 мм и толщиной 8 мм. Остаточный вакуум составлял $2,3 \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочими газами служили азот и фреон-218 (C_3F_8). Покрытия формировались на подложках из кремния и стекла К8. Ускоряющее напряжение составляло 3 кВ, ток мишени 60 – 75 мА. Температура подложки не превышала 313 – 323 К. Толщина покрытий определялась с помощью микроскопа МИИ-4. На рисунке 1, б приведен график зависимости скорости нанесения V_n от парциального давления азота. Скорость нанесения монотонно снижалась, в первую очередь это связано со снижением интенсивности процессов полимеризации, а также с уменьшением суммарного коэффициента распыления.



а



б

Рисунок 1 – Схема реактивного ионно-лучевого формирования фторуглеродных покрытий (а) и зависимость скорости нанесения от парциального давления азота (б)

Исследование оптических характеристик (коэффициенты пропускания и отражения) покрытий, нанесенных на подложки из стекла К8, осуществлялось в диапазоне 380–900 нм с помощью спектрофотометра PROSCAN. На рисунке 2, а приведен спектр пропускания фторуглеродных покрытий, полученных распылением в чистом фреоне. На рисунке 2, б – спектр пропускания фторуглеродных покрытий, полученных при парциальном давлении азота $2,66 \cdot 10^{-2}$ Па. Наблюдалось значительное снижение пропускания в видимой области спектра и рост – в инфракрасной.

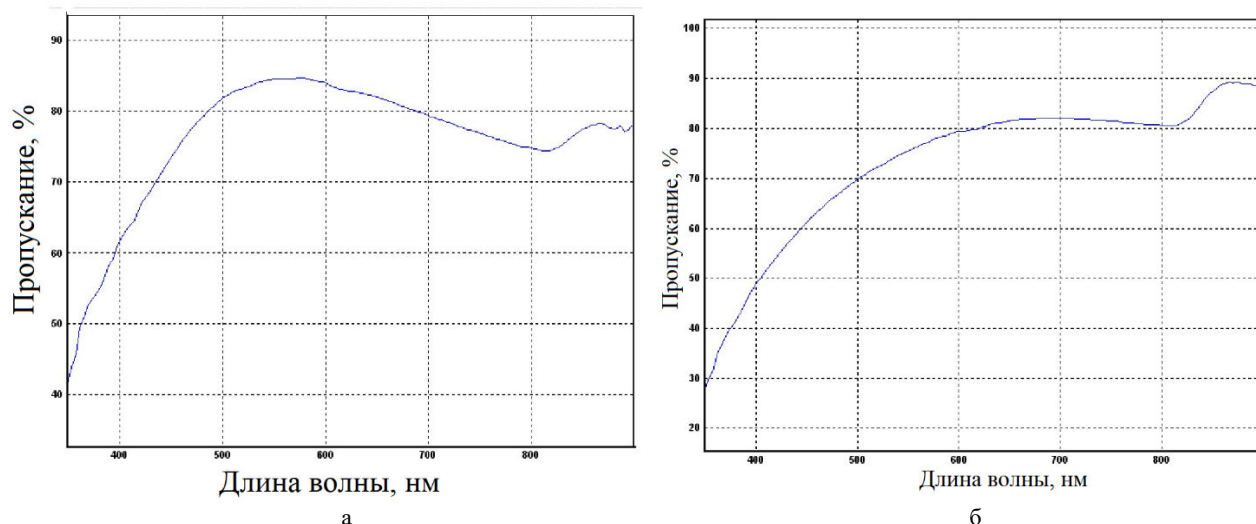


Рисунок 2 – Спектры пропускания при распылении в чистом фреоне (а) и при парциальном давлении азота $2,66 \cdot 10^{-2}$ Па (б)

На рисунке 3, а приведена зависимость величины пропускания на $\lambda = 555$ нм от давления азота. Установлено, что увеличение доли азота вначале способствовало некоторому росту оптического пропускания фторуглеродных покрытий до 88 %, однако дальнейшее повышение давления азота привело к снижению пропускания до 72 %, что можно связать с заменой химических связей C–F на C–N.

Коэффициент трения измерялся с помощью трибометра МТ-25 возвратно-поступательного типа. В качестве индентора применяли шарик из стали ШХ15 диаметром 4 мм. Нагрузка в условиях сухого трения составляла 0,15 Н, скорость перемещения индентора 4–7 мм/с, количество циклов истирания 300...500. На рисунке 3, б приведена зависимость величины коэффициента трения от парциального давления азота. Установлено, что увеличение доли азота в рабочем газе способствовало снижению коэффициента трения фторуглеродных покрытий почти в три раза, что можно также связать с заменой химических связей в покрытии с C–F на C–N. Т.к. нитрид углерода обладает высокой износостойкостью и устойчивостью к царапанию, то и полученные CFN-покрытия демонстрируют более высокие трибологические характеристики. Кроме того, связь C–N обладает значительно лучшей термостойкостью, чем связи C–C и C–F.

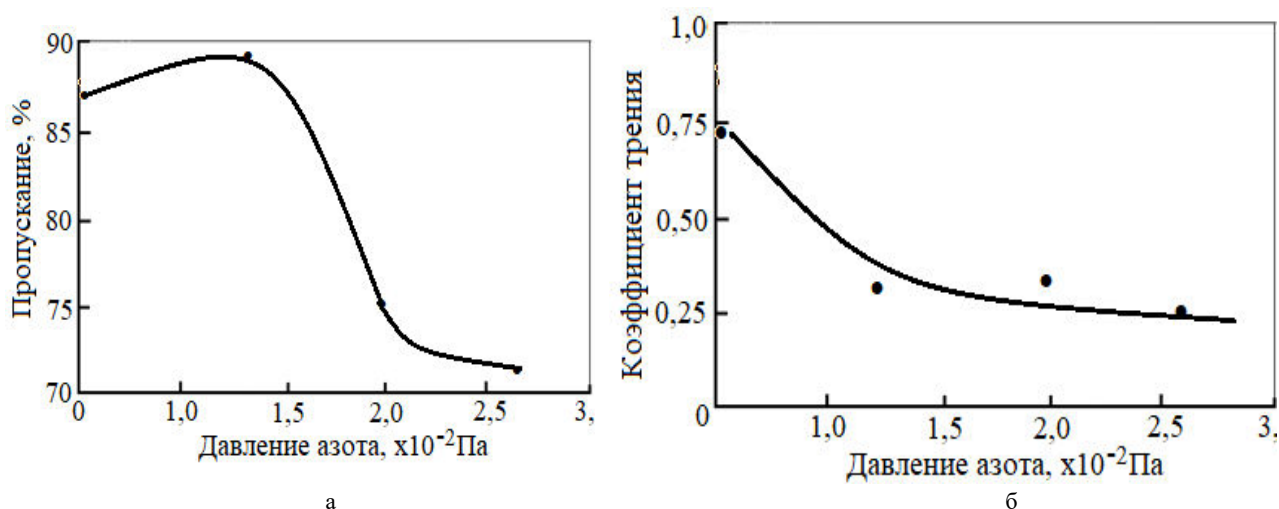


Рисунок 3 – Зависимость оптического пропускания на $\lambda = 555$ нм (а) и коэффициента трения (б) от парциального давления азота

Закключение. Проведенные исследования позволили определить влияние давления азота на скорость нанесения и характеристики фторуглеродных покрытий. Увеличение доли азота

способствовало снижению скорости нанесения, оптического пропускания в видимой области спектра и коэффициента трения фторуглеродных покрытий, что можно связать с заменой химических связей C–F на C–N.

Список литературы:

1. Лучников, А.П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники / А.П. Лучников, П.А. Лучников, А.С. Сизов // *Нано- и микросистемная техника* – 2007. – №12(89). – С. 34 – 40.
2. Drabik, M. Super-hydrophobic coatings prepared by RF magnetron sputtering of PTFE/M. Drabik et al. // *Plasma Processes Polym.* – 2010. – Vol.7. – P. 544 – 551.
3. Murarka, S.P. Low dielectric constant materials for interlayer dielectric application/ S.P. Murarka // *Solid State Technology.* – 1996. – №3. – P. 83 – 89.
4. Endo, K. Nitrogen doped fluorinated amorphous carbon thin films grown by plasma enhanced chemical vapor deposition for low dielectric constant interlayer dielectrics /K. Endo, T. Tatsumi // *Appl. Phys. Lett.* – 1996. – V.68. – P. 3656 – 3658.
5. Телеш, Е.В. Формирование фторуглеродных покрытий реактивным ионно-лучевым распылением мишени из графита /Е.В. Телеш, А.Н. Потылкин // Актуальные проблемы физики, электроники и энергетики [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, Новополоцк, 27 – 28 окт. 2022 г. / Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк, 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 157 – 161.
6. Потылкин, А.Н. Электрофизические и трибологические характеристики фторуглеродных покрытий, полученных реактивным ионно-лучевым распылением графита /А.Н. Потылкин, Е.Г., науч. рук. Е.В. Телеш // *Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : материалы XXXII междунар. науч.-практ. конф. аспир., магистр. и студ. (Гродно, 4–5 апр. 2024 г.) / ГрГУ им. Янки Купалы, физ.-техн. фак. ; редкол.: Г. А. Гачко (гл. ред.), О. А. Жарнова (зам. гл. ред.) [и др.]. –Объём электрон. дан. 11,9 Мбайт. – Гродно: ГрГУ, 2024. – С. 69 – 71.*
7. Потылкин, А.Н. Оптические и механические характеристики фторуглеродных покрытий, полученных реактивным ионно-лучевым распылением мишени из графита/ А.Н. Потылкин, науч. рук. Е.В. Телеш // *Электронные системы и технологии: сборник материалов 59-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования БГУИР.* – С. 531 –533.

UDC 621.793.18

FORMATION OF NITROGEN-ALLOYED FLUOROCARBON COATINGS

Potylkin A.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – Senior Lecturer of the Department of ETT

Annotation. The effect of nitrogen partial pressure on the deposition rate and performance of fluorocarbon coatings was studied. It was found that increasing the nitrogen fraction resulted in a decrease in the deposition rate, visible optical transmittance, and friction coefficient of the fluorocarbon coatings, which can be attributed to the replacement of C–F chemical bonds with C–N.

Keywords. Fluorocarbon coatings, reactive ion beam sputtering, nitrogen pressure, deposition rate, optical properties, tribological properties.

ОКНО В НАНОМИР

Ляшко М.С., Гурина Т.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Шахлевич Г.М. – к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассматриваются виды микроскопии высокого разрешения, такие как сканирующая электронная, сканирующая туннельная и атомно-силовая, и исследования, в которых они сыграли решающую роль. Анализируются перспективы их применения при исследовании наноматериалов.

Ключевые слова: наноматериалы и структуры, методы получения, диагностики, визуализации, анализ поверхности, субнанометровое разрешение, зондирующий пучок, СЭМ, СТМ, АСМ.

Введение. В настоящий момент наука и техника столкнулись с новой областью исследований и анализа – наноразмерные материалы. Их свойства являются ценным ресурсом в медицине, электронике, промышленности, экологии и др. Структура мирового потребления наноматериалов и их влияние каждой из отраслей растет с каждым днем. При работе с наноразмерными объектами важнейшее значение имеют средства их получения, анализа структуры, состава и характеристик.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) – метод исследования поверхности объектов с высоким разрешением, позволяющий производить подробный анализ материалов, наиболее распространенный в науке и инженерии. Благодаря высокому разрешению и широкому диапазону увеличений, СЭМ стала незаменимым инструментом в нанoeлектронике, материаловедении, биологии, геологии, медицине и даже судебной экспертизе.

Универсальность СЭМ заключается в использовании пучка электронов (рисунок 1). Из электронной пушки ускоренные полем электроны перемещаются в оптическую колонну, где пучок фокусируется электромагнитными линзами. В колонне поддерживается глубокий вакуум. Расположенные после линз катушки сканирования обеспечивают перемещение пучка по исследуемой области образца. Отраженные от поверхности образца электроны попадают в систему детектирования и формируют ее изображение [1].



Рисунок 1 – Принципиальная схема СЭМ

Примером использования СЭМ является достижения в области изучения одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) учеными Сколтеха. Будучи аллотропной модификацией

углерода, они представляют собой полые цилиндрические структуры диаметром 0,1-50 нм длиной от 1 мкм до нескольких сантиметров. ОУНТ – предмет активного исследования, благодаря таким свойствам, как высокая прочность, огне- и износостойкость и др.

Благодаря усовершенствованию методов микроскопии получение ОУНТ стало эффективнее в 3 раза без потери качества. Метод СЭМ был решающим для визуализации результатов синтеза, контроля качества и верификации теории. Также, в ходе экспериментов ученые обнаружили, что при концентрации водорода ≈ 10 об. %) производительность синтеза выросла в 15 раз, также без ухудшения свойств нанотрубок. Детальное исследование термодинамики процесса и анализ с помощью СЭМ позволили не только зафиксировать этот результат, но и раскрыть принципиальные механизмы роста нанотрубок, что важно для понимания процесса CVD-синтеза в целом (рисунок 2) [4]. Важным аспектом применения СЭМ является необходимость электропроводности образца. Для диэлектриков требуется напыление тонкого слоя металла, что иногда приводит к маскировке структур клеточной оболочки и делает невозможным наблюдение живых клеток (в отличие от АСМ).



Рисунок 2 – СЭМ-изображение вертикально выровненных массивов углеродных нанотрубок. Черные пятна сверху - аморфный углерод

С использованием СЭМ проводится также анализ флуоресцентных характеристик, электронное распределение, дефектов структуры и др.

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ) – впервые позволила наблюдать отдельные атомы на поверхности. Классическими примерами являются изображения распределения атомов высокоориентированного графита и структуры кремния Si (111) - (7×7), полученные с помощью сверхвысоковакуумных микроскопов. СТМ основан на эффекте туннелирования, пьезоэлектрический эффекте и др.

Туннельный эффект – квантовомеханическое явление прохождения частицы через потенциальный барьер с высотой, превышающей её энергию. В СТМ за счет его создается контролируемый электрический ток, величина которого экспоненциально зависит от расстояния между зондом (острой металлической иглой) и образцом. Ширины туннельного перехода определяется расстоянием между зондом и образцом. Это позволяет отслеживать неровности поверхности, строить ее изображение с атомарным разрешением (рисунок 3).

Пьезоэлектрический эффект – возникновение электрического заряда при деформировании пьезоматериалов (прямой эффект), или же деформирование их структуры под действием заряда (обратный эффект). В СТМ на этом эффекте основан принцип действия измерительной части устройства, обеспечивающей атомарные разрешения, что открывает возможности тонкого взаимодействия с наноструктурами [6].

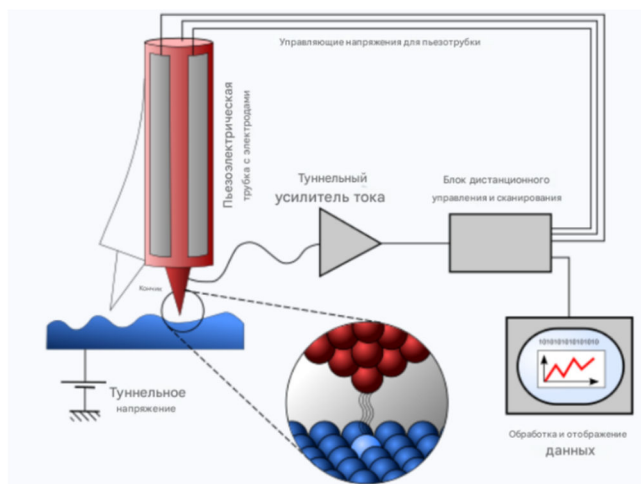


Рисунок 3 – Принципиальная схема СТМ

Метод СТМ один из важнейших при поиске новых наноматериалов, что подтверждается на примере синтеза и исследований двумерных борных наноматериалов. Эти двумерные кристаллы стали настоящим открытием: их прочность, гибкость и эластичность, а также уникальные электронные свойства, стали основой создания батарей для хранения водорода и каталитических реакций. Так, борофен способен удерживать массу водорода, равную 15% от собственной, что делает его перспективным для водородной энергетики. Однако сложность в визуализации и нестабильность материала усложняли изучение материала. Ошибочно считалось, что при осаждении бора на поверхность меди образуется полиморфная модификация борофена. Для определения структуры и свойств атомарно тонких фаз бора был использован СТМ с атомарным разрешением. Это позволило идентифицировать уникальную зигзагообразную структуру Cu_8B_{14} и измерить ее электронные свойства (рисунок 4). Важным доказательством стали два фактора: зигзагообразный узор решетки с характерными линейными дефектами, зафиксированный с разрешением менее 0,1 нм и данные спектроскопии (СТС), показавшие, что работа выхода электронов у пленки ниже, чем у чистой меди, что идеально совпало с расчетами для соединения Cu_8B_{14} . Это доказало, что синтезирован не борофен, а новое соединение. Без СТМ открытие было бы невозможным.

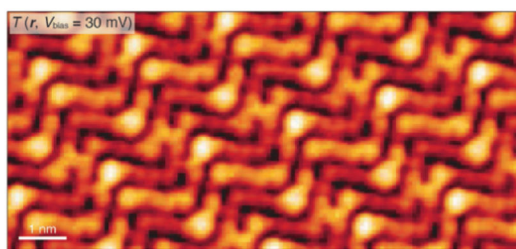


Рисунок 4 – Изображение СТМ с атомарным разрешением

СТМ применяется для получения топографии и электрических свойств поверхностей, визуализации атомных узлов. Разработка наноустройств, исследование кристаллических решеток, наноразмерных проводников и наномангнетиков являются задачами СТМ.

Атомно-силовая микроскопия (АСМ) позволяет получать изображения поверхности с субнанометровым разрешением и объединяет ряд методик неразрушающей диагностики. АСМ открывает возможности для изучения биологических объектов, полимеров и диэлектриков, анализ которых затруднён или невозможен при электронной микроскопии.

В основе работы АСМ лежит регистрация сил межатомного взаимодействия. Дальнодействующие силы Ван-дер-Ваальса и короткодействующие силы отталкивания, обусловленные перекрытием электронных оболочек атомов острия зонда и атомом

поверхности формируют результирующую силу, которая вызывает изгиб упругой консоли зонда (рисунок 5), по величине которого строят точное изображение рельефа поверхности [5].

Главным преимуществом АСМ перед СЭМ и СТМ является отсутствие необходимости в электропроводящем покрытии образца. Это позволяет исследовать живые клетки и биологические объекты в их естественном состоянии без повреждения. Кроме того, АСМ даёт возможность визуализировать отдельные молекулярные структуры, например, с использованием нанодатчиков с иммобилизованными ферментами.

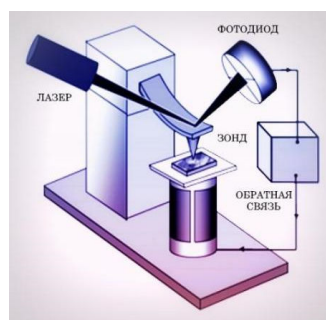


Рисунок 5 – Схема атомно-силового микроскопа и изображения модифицированных зондов для исследования поверхности [5]

Примером практического применения АСМ служит исследование наноструктуры магнетита. Была выдвинута гипотеза о том, что варьирование времени синтеза плёнки полидофамина (PDA) влияет на её химический состав, шероховатость и способность удерживать наночастицы. Природа наблюдаемых зернистых структур оставалась неясной. В эксперименте плёнки PDA формировали окислением дофамина в щелочном растворе, после чего образцы погружали в водную дисперсию наночастиц магнетита. АСМ позволила установить, что количество адсорбированных частиц растёт с увеличением времени синтеза нелинейно. Контрольный эксперимент на чистом золоте показал отсутствие адсорбции, подтвердив ключевую роль PDA-плёнки (рисунок 6). АСМ позволил визуализировать распределение частиц и количественно оценить морфологию поверхности: среднюю высоту структур и параметры шероховатости (R_a и R_q) до и после осаждения [8].

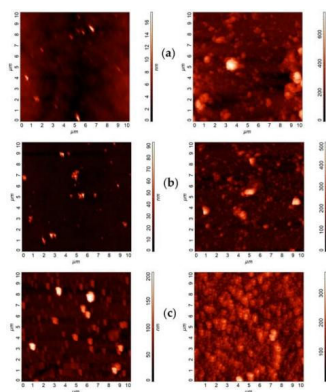


Рисунок 6 - АСМ-изображения PDA/AU [8]

При использовании АСМ ученые проводят измерения межмолекулярных сил, построение трёхмерных карт рельефа, а также исследования гидрогелей и биоматериалов. Основными задачами метода являются анализ биологических макромолекул, изучение наноструктур, разработка наноустройств, биомедицинские исследования и моделирование наномеханических процессов. С помощью АСМ разрабатываются наноиглы из углеродных нанотрубок для внутриклеточных манипуляций и адресной доставки молекул (ДНК, РНК, квантовых точек) без повреждения клеточной мембраны. Метод также позволяет

визуализировать отдельные полимерные цепи (например, полиэтилен или ДНК на подложках из слюды и графита) и изучать деформацию полимерных плёнок под нагрузкой.

Заключение. Все три метода – СЭМ, СТМ и АСМ – являются неотъемлемыми инструментами современного наномира. Это ключевые методы визуализации и анализа в нанотехнологиях, позволяющие учёным и инженерам на атомарном и нанометровом уровне исследовать структуру, состав и свойства наноматериалов и устройств. Их использование важно для разработки новых материалов, совершенствования технологий и расширения границ наномира, что способствует прогрессу в электронике, медицине, материаловедении и других науках. Биотехнологии позволяют специалистам изучение биомолекул, наноразмерных биосенсоров.

Список литературы

1. Исследование наноматериалов методами сканирующей электронной микроскопии: учебно-методический комплекс дисциплины [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1548/2/1334959_methodinst.pdf. Дата доступа: 24.03.2026.
2. Сакович, К. О. Использование сканирующей электронной микроскопии для изучения нанопористых структур / К. О. Сакович [Электронный ресурс]. Минск: БГУИР, 2024. Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/60422/1/Sakovich_Ispolzovanie.pdf. Дата доступа: 24.03.2026.
3. Электронная микроскопия: лабораторные работы. Санкт-Петербург: СПбГУ, [б.г.].
4. Синтез углеродных нанотрубок стал в три раза эффективнее [Электронный ресурс] // Naked Science. 2024. Режим доступа: <https://naked-science.ru/article/column/sintetri-raza-effektivnee>. Дата доступа: 24.03.2026.
5. Atomic Force Microscope: an overview [Электронный ресурс] // ScienceDirect Topics. Elsevier, [б.г.]. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/atomic-force-microscope>. Дата доступа: 24.03.2026.
6. Низовцова, А. А. Туннельный микроскоп / А. А. Низовцова [Электронный ресурс]. Минск: БГУИР, 2024. Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/57170/1/Nizovcova_Tunnel%27nyj.pdf. Дата доступа: 24.03.2026.
7. Многофункциональный сканирующий зондовый микроскоп SSM-310 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.itmo.by/engineering/developments/mnogofunktsionalnyy-skaniruyushchiy-zondovyy-mikroskop-ssm-310/>. Дата доступа: 24.03.2026.
8. Поглощение наночастиц магнетита на полидофаминовых пленках, отложенных на поверхностях золота: исследование AFM и XPS // *Nanomaterials*. 2024. Т. 14, № 21. С. 1699. <http://dx.doi.org/10.3390/nano14211699>.

UDC 537.533.35

THE WINDOW TO THE NANOMIR

Lyashko M.S., Gurina T.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Shakhlevich G.M. – Cand. of Sci, Associate Professor of the Department of Electronic Engineering and Technology

Annotation. This article discusses types of microscopy such as scanning electron microscopy, scanning tunneling microscopy, and atomic force microscopy, and the studies in which they have played a crucial role. The prospects of using new microscopy methods in the field of nanomaterial research are analyzed.

Keywords: nanomaterials, nanotechnology, nanoscale structures, diagnostic methods, visualization, surface analysis, high resolution, subnanometer resolution, probe beam, SEM, STM, AFM.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАБОЧЕГО ГАЗА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЯМЫМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ИОННЫХ ПУЧКОВ

Курбако Е.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш Е.В. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Исследовано влияние состава рабочего газа на характеристики фторуглеродных покрытий. Установлено, что увеличение доли фреона способствовало росту оптического пропускания фторуглеродных покрытий, что можно связать с заменой химических связей С–С на С–F.

Ключевые слова: фторуглеродные покрытия, прямое осаждение, давление фреона, оптические характеристики, электрофизические характеристики, трибологические характеристики, микроструктура

Введение. Фторуглеродные покрытия применяются в материалах для low-k диэлектриков, оптических, гидрофобных, антифрикционных, биосовместимых, антимикробных, защитных, химически стойких покрытий и т.п. [1]. Для синтеза фторуглеродных покрытий наиболее часто применяются ВЧ плазмохимическое осаждение, индуктивно-связанная плазма, импульсная плазма высокой плотности, в которых используются плазменные разряды в углерод- и фторсодержащих газах [2]. Для формирования фторуглеродных покрытий могут применяться и автономные ионные источники на основе ускорителя с анодным слоем (УАС) [3]. Покрытия формировались при давлении 10^{-1} Па рабочего газа $\text{CF}_4 + \text{C}_6\text{H}_{12}$. Содержание CF_4 составляло 10 – 70 %, ускоряющее напряжение на аноде – 1 – 3 кВ, ток разряда – 200 мА, плотность тока – 3,0 – 3,2 мА/см². Последующее увеличение содержания CF_4 приводило к насыщению поверхности фтором, образованию устойчивых связей С–F. Использование 100 % CF_4 вызывало травление поверхности осаждаемого покрытия. Содержание фторсодержащего газа также влияло на поверхностную энергию. Синтез покрытий также можно осуществить с использованием ускорителя с анодным слоем, работающего в режиме ионно-пучкового фокуса [4]. В данной работе будет исследовано влияние состава рабочего газа на характеристики фторуглеродных тонкопленочных слоев.

Основная часть. Формирование фторуглеродных тонкопленочных покрытий проводили на модернизированной установке вакуумного напыления ВУ-1А, оснащенной ионным источником на базе ускорителя с анодным слоем. Остаточный вакуум не превышал значений $(3 - 4) \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочее давление составляло $(4 - 5) \cdot 10^{-2}$ Па. Покрытия наносились на подложки из стекла и кремния. Исследовано влияние состава рабочего газа на характеристики фторуглеродных тонкопленочных слоев. Мощность первичного плазменного разряда составляла 200 – 230 Вт. Напряжение на диафрагме отсутствовало. Температура подложки не превышала 313 – 323 К.

Измерение оптических характеристик покрытий, нанесенных на подложки из стекла, осуществлялось в диапазоне 380 – 900 нм. Покрытия имели светло-серую окраску. Оптическое пропускание зависело от парциального давления фреона в рабочем газе (рисунок 1, а). На рисунке 1, б приведена зависимость величины пропускания на $\lambda = 555$ нм от давления фреона. Установлено, что увеличение доли фреона способствовало росту оптического пропускания фторуглеродных покрытий, что можно связать с заменой химических связей С–С на С–F.

Для измерения электрофизических параметров применяли МДП структуры. Измерения проводили на частоте 1 МГц. Установлено, что значения диэлектрической проницаемости ϵ ,

тангенса диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ и удельного объемного сопротивления неоднозначно зависели от давления фторсодержащего газа (таблица 1).

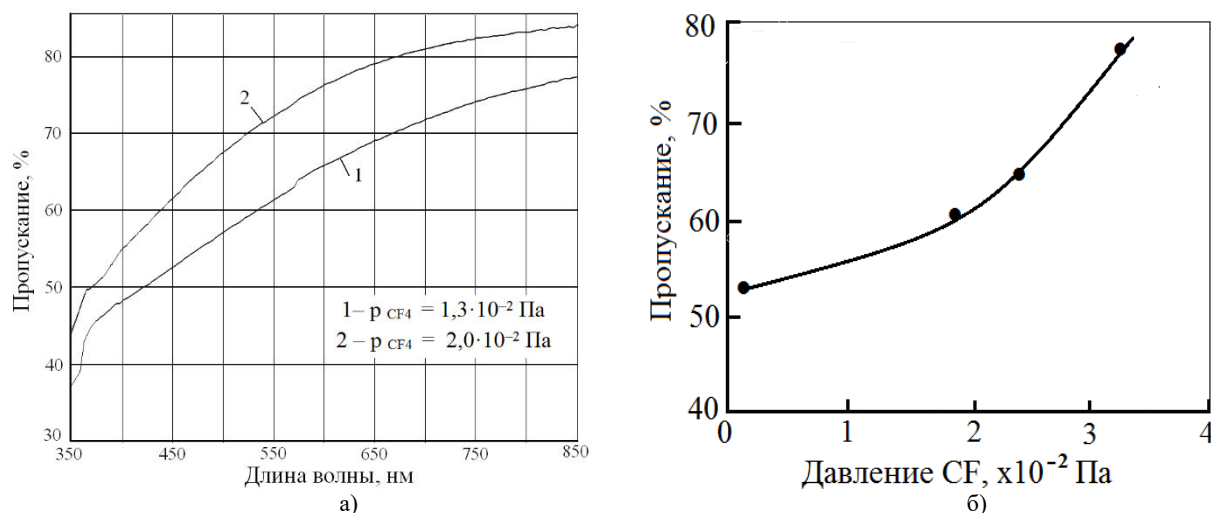


Рисунок 1 – Зависимость спектров пропускания (а) и пропускания на $\lambda = 555$ нм (б) от парциального давления фреона

Трибологические характеристики измерялись с использованием микротвердомера МТ-4. В качестве индентора применяли шарик из стали ШХ15 диаметром 4 мм. Нагрузка в условиях сухого трения составляла 0,15 Н. Установлено, что парциальное давление фреона в рабочем газе также неоднозначно влияет на коэффициент трения k фторуглеродных покрытий.

Таблица 1 – Результаты измерений характеристик фторуглеродных покрытий

№ обр.	Давление CF, Па	ε	$\text{tg}\delta$	ρ_v , Ом·м	Θ , град.	k
1	$0,11 \cdot 10^{-2}$	5,7	0,04	$7,4 \cdot 10^4$	79,3	0,42
2	$1,86 \cdot 10^{-2}$	7,0	0,12	$2,9 \cdot 10^4$	79,3	0,60
3	$2,40 \cdot 10^{-2}$	7,4	0,22	$1,1 \cdot 10^4$	79,2	0,47
4	$3,20 \cdot 10^{-2}$	4,5	0,10	$3,7 \cdot 10^4$	79,0	0,40

Угол смачивания θ поверхности фторуглеродного покрытия дистиллированной водой практически не изменялся при варьировании давления фреона и составил $\sim 79^\circ$ у покрытий, осажденных на подложки из кремния. При нанесении на стеклянные подложки угол смачивания увеличился до 90° .

Микроструктура покрытий исследовалась с применением атомно-силового микроскопа Ntegra Prima. На рисунке 2 приведены 2D (а) и 3D (б) изображения поверхности фторуглеродного покрытия, полученного при давлении фреона $3,2 \cdot 10^{-2}$ Па. Установлено, что пленки имели зернистую структуру с шероховатостью 1,04 нм и размером зерна 1,327 нм, причем эти параметры практически не зависели от парциального давления фреона.

Измерение адгезии методами отрыва липкой ленты и насечек показало, что покрытия, нанесенные на стеклянные подложки, не прошли тесты, что связано с высоким уровнем механических напряжений в покрытии. При нанесении на подложки из кремния все покрытия, полученные при различных давлениях фреона, успешно прошли тесты на адгезию (5В по шкале ASTM).

Термостойкость покрытий определялась путем нагрева образцов в вакууме $\sim 50 - 100$ Па при температуре 573 К. Установлено, что термообработка привела к незначительным изменениям параметров фторуглеродных покрытий, полученных при различных составах рабочего газа.

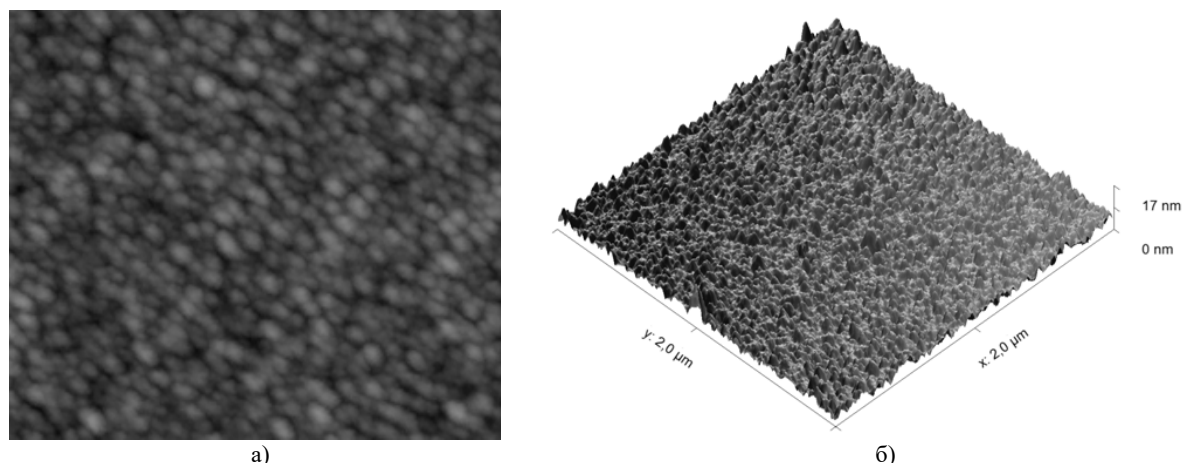


Рисунок 2 – Морфология поверхности фторуглеродного покрытия, полученного при давлении фреона $3,2 \cdot 10^{-2}$ Па

Заклучение. Проведенные исследования позволили определить влияние давления фреона на характеристики фторуглеродных покрытий. Увеличение доли фреона способствовало росту оптического пропускания фторуглеродных покрытий, что можно связать с заменой химических связей С–С на С–F. Установлено, что значения диэлектрической проницаемости ϵ , тангенса диэлектрических потерь $\tan \delta$ и удельного объемного сопротивления и коэффициента трения неоднозначно зависели от давления фторсодержащего газа.

Список литературы

1. Лучников, А.П. Микроструктура и электрофизические свойства фторполимерных пленок для МЭМС и наноэлектроники / А.П. Лучников, П.А. Лучников, А.С. Сизов // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – №12(89). – С. 34 – 40.
2. Jacobsohn, L.G Film growth and relationship between microstructure and mechanical properties of a-C:H:F films deposited by PECVD / L.G Jacobsohn, D. F. Franceschini //Diamond and Related Materials. – 2001. – 10(2). – PP. 125 – 131.
3. Елинсон, В.М. Физико-химические и антимикробные свойства поверхности полиэтилентерефталата и политетрафторэтилена при наноструктурировании ионно-плазменными методами/ В.М. Елинсон, А.Н. Лямин, О.А. Подлесная // Технология машиностроения. – 2012. – № 10. – С. 44 – 48.
4. Ракицкий, А.А. Синтез фторуглеродных покрытий из ионного пучка/ А.А. Ракицкий, науч. рук. Е.В. Телеш // Электронные системы и технологии: сборник материалов 61-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования БГУИР. – С. 344 – 345.

UDC 621.793.18

INFLUENCE OF WORKING GAS COMPOSITION ON THE CHARACTERISTICS OF FLUOROCARBON COATINGS OBTAINED BY DIRECT ION BEAM DEPOSITION

Kurbako E.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – Senior lecturer of the department of ETT

Annotation. The influence of working gas composition on the characteristics of fluorocarbon coatings was studied. It was found that increasing the freon content contributed to an increase in the optical transmittance of fluorocarbon coatings, which can be attributed to the replacement of C–C chemical bonds with C–F.

Keywords. Fluorocarbon coatings, direct deposition, freon pressure, optical characteristics, electrophysical characteristics, tribological characteristics, microstructure

УДК 615.47:615.844.5

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИКОМПОЗИЦИОННЫХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

Ордо С.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кузьмар И.И – к.т.н., заведующая НИЛ НИЧ

Аннотация. В ходе проведения научных исследований установлены зависимости влияния параметров программируемых режимов электролиза на функциональные свойства поликомпозиционных никелевых покрытий. Покрытия, сформированные с использованием импульсных униполярного и реверсированного токов, превосходят по микротвёрдости осадки, полученные на постоянном токе.

Ключевые слова: электрохимическое покрытие, микротвёрдость, коррозия, коэффициент трения, износостойкость.

Введение. Никелевые покрытия обеспечивают высокую коррозионную стойкость, твёрдость и износостойкость, защищая металл от агрессивных сред и механических повреждений. Также никелирование позволяет покрыть деталь любой конфигурации, что способствует широкому распространению этого покрытия. Проведенный анализ позволил выделить основные направления для возможного эффективного управления элементным составом и твёрдостью поликомпозиционных покрытий. В отличие от традиционных нестационарных режимов с жестко заданными параметрами, программируемый ток позволяет гибко изменять амплитуду, длительность и частоту импульсов в реальном времени. Управление параметрами поляризующего тока при осаждении позволяет получать мелкокристаллические структуры с различным составом и свойствами. В работе рассмотрено влияние условий электрохимического осаждения на функциональные свойства осадков [1, 2].

Основная часть. На рисунке 1, а представлены снимки морфологии поверхностей, полученных при чередовании по 1 минуте постоянного и импульсного 3:7 мс токов, на рисунке 1, б – при чередовании по 1 минуте постоянного и реверсированного 60:20 мс токов, в – при чередовании по 1 минуте постоянного и реверсированного 60:30 мс токов, г – при чередовании по 1 минуте постоянного и реверсированного 300:100 мс токов, д – при чередовании по 1 минуте постоянного и реверсированного 12:4 мс токов, е – при чередовании по 1 минуте реверсированного 0,6:0,2 мс и реверсированного 60:30 мс токов, ж – при чередовании по 1 минуте реверсированного 0,6:0,2 мс и реверсированного 60:30 мс токов, з – трехслойное покрытие: постоянный ток 10 мин, затем реверсированный 0,6:0,2 мс 20 минут и реверсированный 12:4 мс 10 мин).

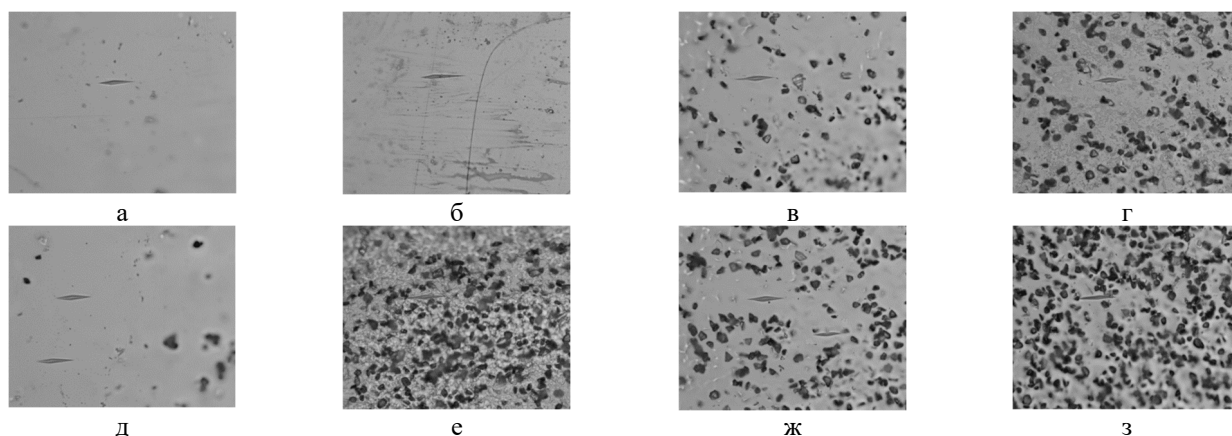


Рисунок 1 – Структура покрытий, сформированных при программном изменении электролиза, с отпечатком, полученным при измерении микротвёрдости методом Кнуппа (НК)

Микротвёрдость никелевых покрытий измеряли с использованием микротвердомера

Leica VMHT MOT по методу Кнуппа, который заключается во вдавливании удлинённой алмазной пирамиды в поверхность образца под нагрузкой менее 5 Н. Измерения проводились для каждого образца в трёх точках, что позволило получить усреднённые значения и оценить разброс характеристик. Так микротвёрдость образцов составила от 4,95 до 8,09 ГПа. Использование биполярного импульсного тока при соотношении длительности прямого и обратного импульсов 10:1, 7:1 и 5:1 привёл к её повышению, тогда как при соотношении 3:1 и ниже наблюдалось снижение этого показателя. В случае униполярного импульсного тока микротвёрдость оказывается выше, чем при осаждении на постоянном токе. Для поликомпозиционных никелевых покрытий характерны следующие значения микротвердости: 7,48 ГПа на постоянном токе, от 3,35 до 5,92 ГПа – на импульсном, от 3,83 до 7,54 ГПа – на реверсированном, и от 4,95 до 8,01 ГПа – с использованием программируемых токов.

Исследование трибологических характеристик, а именно коэффициента трения, выполняли на микротрибометре МТ 4.05 по схеме сфера-плоскость, где плоский образец с покрытием приводился в возвратно-поступательное движение под закрепленным шариком при строго контролируемой нормальной нагрузке в диапазоне от 10 мН до 1 Н и скорости скольжения 0,1–10 мм/с, при этом электромагнитный привод обеспечивал минимизацию вибраций и механического шума, искажающих результаты. В процессе испытаний датчики непрерывно регистрировали силу трения, а коэффициент трения рассчитывался как отношение этой силы к приложенной нормальной нагрузке, причём для каждого образца измерения проводились как вдоль, так и поперек линии прокатки подложки для исключения влияния анизотропии свойств материала. Коэффициент трения варьируется от 0,141 до 0,432 и зависит от состава покрытия и шероховатости поверхности. Влияние условий электроосаждения на коэффициент трения поликомпозиционных никелевых покрытий представлено на рисунке 2, где 1 – постоянный ток; 2 – импульсный ток (отношение длительности импульса к длительности паузы $\tau_{\text{имп}}:\tau_{\text{паузы}}=3:7$ мс), 3 – при программном изменении (чередование по 1 минуте (постоянного тока и импульсного с соотношением $\tau_{\text{имп}}:\tau_{\text{паузы}}=3:7$ мс))

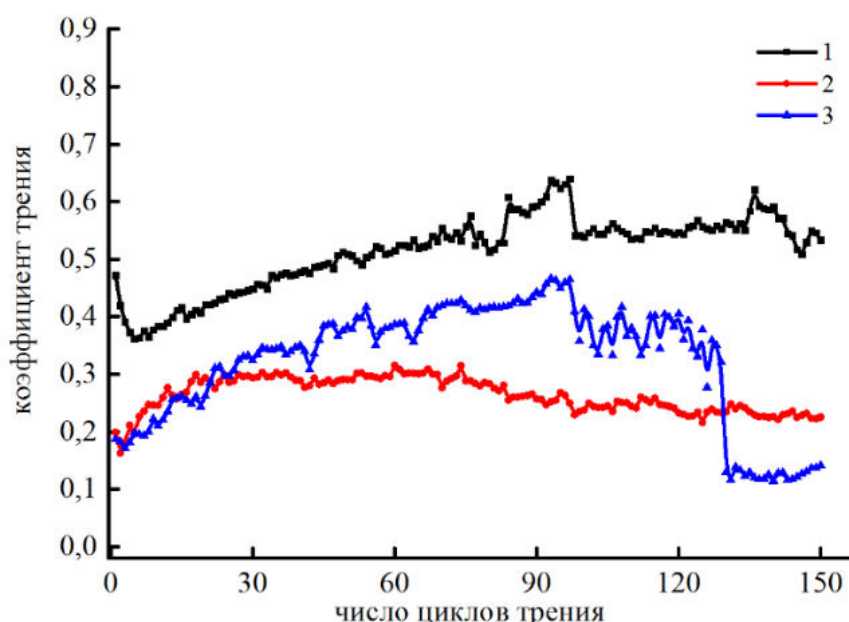


Рисунок 2 – Влияние условий электроосаждения на коэффициент трения поликомпозиционных никелевых покрытий

Использование комбинированных токов позволяет значительно уменьшить коэффициент трения, что придает никелевому покрытию большую износостойкость. Коэффициент трения варьируется от 0,53 при электроосаждении на постоянном токе до 0,44–0,77 на импульсном,

0,26–0,33 на реверсированном и 0,14–0,43 на программируемых токах, что подтверждает эффективность применения сложных режимов электролиза для управления трибологическими свойствами покрытий.

Покрытия толщиной 6,0 и 30,0 мкм наносились на латунные подложки. Коррозионные испытания проводились в течение 8 (восьми) суток в 30-процентном растворе NaCl гравиметрическим методом и заключались в определении потери массы образцов после экспозиции. скорость саморастворения находится в диапазоне 0,0228–0,0478 г/м²·ч. Перед и после испытаний образцы промывали дистиллированной водой, сушили и взвешивали. В результате видимые повреждения выявлены не были. Основным недостатком гальванического никеля является его пористость, обусловленная кристаллической неоднородностью, поверхностными дефектами, высокими внутренними напряжениями и питтингом. Решением проблемы может стать чередование микрослоёв, осажденных с помощью программируемых источников импульсного тока: взаимное перекрытие слоев компенсирует дефекты, характерные для однослойных покрытий. Варьирование параметрами поляризующего тока позволило получить покрытия без видимых очагов коррозии, а скорость коррозии снизилась в 1,2–2,8 раза по сравнению с покрытиями, осажденными на постоянном токе. Предложенные условия способствуют улучшению защитных характеристик покрытий.

Заключение. Установлено, что применение нестационарных режимов электролиза позволяет управлять структурой и свойствами поликомпозиционных никелевых покрытий. По сравнению с покрытиями, осажденными на постоянном токе, они обладают более высокой микротвердостью, гладкой мелкозернистой поверхностью и улучшенными электрическими характеристиками. Формирование многослойных структур с чередующимися микрослоями компенсирует пористость – основной недостаток гальванического никеля. Таким образом, нестационарный электролиз является эффективным методом получения покрытий с заданными улучшенными свойствами для радиоэлектронной промышленности.

Список литературы

1. Импульсное электроосаждение и свойства композиционных покрытий никель-оксид графена / В. Н. Целуйкин, [и др.] // Москва: Физикохимия поверхности и защита материалов, 2023. Т. 59, № 3. С. 305-309.
2. Шушков, Р.В. Влияние режима электролиза на свойства никелевых покрытий / Р.В. Шушков, Н.Д. Соловьева // Москва: Успехи в химии и химической технологии, 2007. Т. 21, № 10. С. 29-33..

UDC 615.47:615.844.5

INFLUENCE OF PROGRAMMABLE ELECTROLYSIS MODES ON FUNCTIONAL PROPERTIES POLYCOMPOSITE NICKEL COATINGS

Kot P.V., Ordo S.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kuzmar I.I. – Cand. of Sci., Head of the Research Laboratory of R&D Department

Annotation. In the course of scientific research, the dependences of the influence of the parameters of programmable electrolysis modes on the functional properties of polycomposite nickel coatings have been established. Coatings formed using pulsed unipolar and reversed currents are superior in micro-stability to precipitation obtained with direct current.

Keywords: electrochemical coating, rupture, solderability, contact electrical resistance.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВЧ ПОЛЯ ВНУТРИ КОЛЬЦЕВОГО ВОЛНОВОДА

Барковская К.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Мадвейко С.И. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ЭТТ

Аннотация. Проведено компьютерное моделирование распределения СВЧ поля внутри кольцевого волновода при частоте $f = 2,45$ ГГц, соответствующей СВЧ диапазону. Получена модель при значении подводимой мощности P СВЧ излучения, равной 0,7 кВт.

Ключевые слова: волновод, СВЧ, моделирование.

Введение. Плазменные технологии в микроэлектронике играют ключевую роль в производстве полупроводниковых устройств, таких как микрочипы, транзисторы и другие компоненты. Они позволяют проводить точную и контролируемую обработку материалов на микроскопическом уровне [1].

Учитывая актуальность применения плазмы и плазменных технологий в микроэлектронике, возникает необходимость разработки и модернизации существующего СВЧ плазменного технологического оборудования, широко применяемого в технологии микроэлектроники.

Волновод играет важную роль в конструкции СВЧ плазмотрона, так как он проводит энергию в рабочую камеру, где происходит формирование плазмы и обработка полупроводников. В данной статье целью исследования является анализ распределения СВЧ поля внутри кольцевого волновода. Представлены результаты компьютерного моделирования электромагнитного поля СВЧ диапазона для медного кольцевого волновода.

Основная часть. Компьютерное моделирование электромагнитного СВЧ поля выполнялось для кольцевого волновода при частоте $f = 2,45$ ГГц, соответствующей СВЧ диапазону. В результате была получена модель при значении подводимой мощности P , равной 0,7 кВт.

Модель, на основе которой выполнялось моделирование, представляет собой замкнутый в кольцо волновод, являющийся цилиндрическим резонатором, с расположенной на его оси реакционной камерой. Мощность подводится к прямоугольной части волновода. Высота ввода волновода – 90 мм, ширина – 45 мм. Внешний диаметр круглой части волновода составляет 390 мм. Место ввода электромагнитной энергии от СВЧ генератора представляет собой короткую волноводную секцию 28 мм, соединённую с кольцевой частью волновода. В месте перехода установлен рассекаатель СВЧ волн. Через щелевые излучатели, выполненные на внутренней стенке волновода, электромагнитная энергия поступает в рабочую область. Щелевые излучатели располагаются на внутренней стенке волновода. Их ширина составляет 68 мм, что соответствует половине длины СВЧ волны.

Компьютерное моделирование выполнялось по следующим формулам. Значения частоты среза для различных мод получают аналитически из выражения (1):

$$(v_c)_{mn} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}, \quad (1)$$

где m и n – индексы моды (для TE_{10} моды $m = 1$, $n = 0$);

c – скорость света;

a и b – размеры сечения волновода.

Кольцевой волновод выполнен в изогнутой H -плоскости прямоугольного волновода и может рассматриваться как замкнутый прямоугольный волновод. Вследствие этого, исходя из граничных условий в волноводе, распределение электромагнитного поля СВЧ для основной моды TE_{10} в таком волноводе можно записать следующим образом:

$$E_y = E_m \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{j(\omega t - \beta z)}, \quad (2)$$

$$H_x = -\frac{\beta}{\omega\mu} E_m \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{j(\omega t - \beta z)}, \quad (3)$$

$$H_z = j \frac{\pi}{\omega\mu a} E_m \cos\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{j(\omega t - \beta z)}, \quad (4)$$

$$E_x = E_z = H_y = 0, \quad (5)$$

где:

$$E_m = -\frac{j\omega\mu\pi}{k_c^2} \frac{H_0}{a}, \quad (6)$$

где k_c – волновое число волновода;

H_0 – константа, которой значение определяется мощностью возбуждения;

β – волновой вектор по направлению z ;

μ – проницаемость в волноводе.

На рисунке 1 – 3 представлены результаты моделирования электрического поля внутри пустого резонатора.

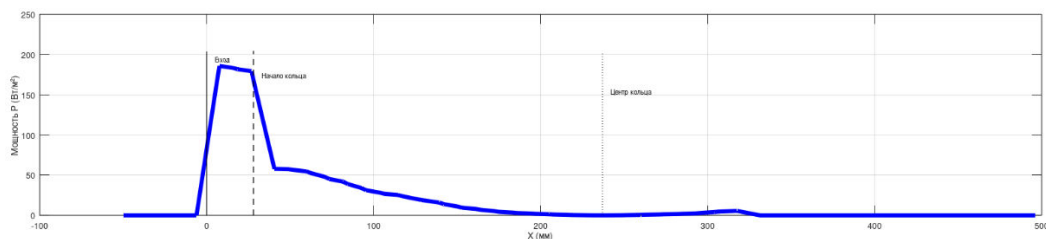


Рисунок 1 – Распределение СВЧ мощности вдоль оси X

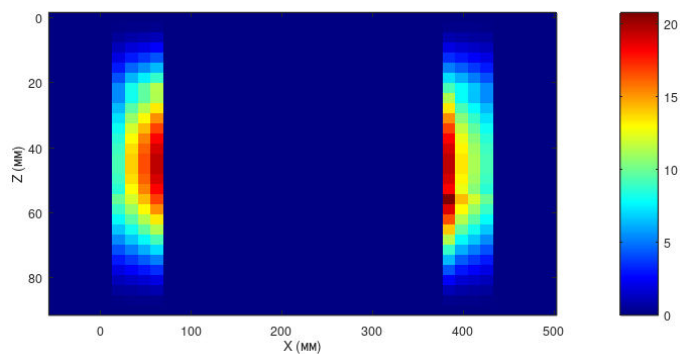


Рисунок 2 – Распределение СВЧ мощности по сечению XZ

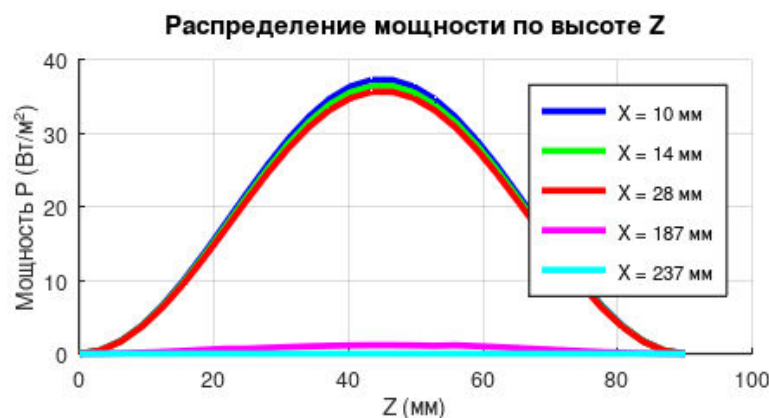


Рисунок 3 – Распределение СВЧ мощности по высоте (ось Z)

Согласно полученным результатам, значения удельной мощности постепенно снижаются за счёт наличия рассекателя и щелей внутри волновода (рисунок 1). Так как волновод имеет форму кольца, то мощность распределяется по окружности, при этом мощность концентрируется в центре стенок волновода относительно высоты волновода (рисунок 3) близко к реакционной камере (рисунок 2), что способствует формированию СВЧ плазмы внутри этой камеры.

Заклучение. В результате выполнения компьютерного моделирования электромагнитного СВЧ поля внутри кольцевого волновода получены модели при значении подводимой СВЧ мощности P , равной 0,7 кВт. По моделям и зависимостям, представленным в данной статье, можно сделать вывод, что СВЧ мощность внутри кольцевого волновода распределяется неравномерно: мощность внутри волновода снижается, однако внутри кольцевой части волновода наблюдается концентрация мощности в центре стенок волновода (рядом с реакционной камерой).

Список литературы

1. Барковская, К.Н. Исследование напряжённости электрического поля в объёме кварцевых трубок внутри СВЧ резонатора / К.Н. Барковская, Н.В. Талиш // Материалы 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР по направлению Электронные системы и технологии – Минск, 2024 – С.359 – 361.
2. Fan L., Jianhua W., Songyuan D. (2010) Numerical simulation and design of a new microwave annular waveguide plasma source - I: Simulations without the plasma parameters. INTERNATIONAL JOURNAL OF NUMERICAL MODELLING: ELECTRONIC NETWORKS, DEVICES AND FIELDS. 24:526–534. DOI: 10.1002/jnm

UDC 621.3.095.3

MODELING OF MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD DISRIBUTION INSIDE AN ANNULAR WAVEGUIDE

Barkouskaya K.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Madveika S.I. – Cand. of Sci., Associate Professor, Head of the Department of electronic technique and technology

Annotation. Computer modeling of the distribution of the microwave elecromagnetic field inside an annular waveguide at frequency $f = 2.45$ GHz corresponding to the microwave range has been carried out. The model is obtained at a value of the input microwave power P equal to 0.7 kW.

Keywords: waveguide, microwave, modeling.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Свирид Н.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Кузьмар И.И – к.т.н., зав. НИЛ 2.2 НИЧ БГУИР

Аннотация. В работе исследована формирования многослойного никелевого покрытия на деталях из алюминиевых сплавов. Предложен двухстадийный процесс электроосаждения, включающий нанесение специализированного адгезионного подслоя и последующего защитного слоя. Установлено влияние температурного и гидродинамического режимов электролиза на массу и качество осаждаемого покрытия. Показано, что совмещение подогрева и перемешивания электролита позволяет получить наиболее качественные защитные слои с высокой плотностью и стойкостью к внешним воздействиям.

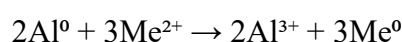
Ключевые слова: электроосаждение, алюминий, никель, многослойные покрытия

Введение. Никелирование корпусов электронной техники из алюминиевых сплавов является критически важным этапом для обеспечения их долговечности и функциональности. Основная причина заключается в необходимости создания надежного защитного барьера, так как сам алюминий, несмотря на наличие естественной оксидной пленки, подвержен точечной коррозии и атмосферным воздействиям в агрессивных средах. Нанесение функционального никелевого слоя позволяет значительно повысить коррозионную стойкость изделий, предотвращая разрушение металла подложки. Кроме того, никелевое покрытие придает корпусам высокую поверхностную твердость и износостойкость, что защищает их от механических повреждений, царапин и истирания в процессе эксплуатации. Важным аспектом является и декоративная составляющая: никель обеспечивает стабильный металлический блеск, улучшая товарный вид изделий. В контексте электронной аппаратуры никелирование также способствует поддержанию стабильных электрических характеристик поверхности, обеспечивая качественное экранирование от электромагнитных помех и надежный электрический контакт в местах соединений. Поскольку первичный адгезионный подслоя зачастую обладает высокой пористостью и недостаточной толщиной, именно последующее наращивание полноценного защитного слоя никеля гарантирует комплексную защиту основы от внешних факторов.

Ключевой проблемой металлизации алюминия является наличие естественной оксидной пленки ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), толщина которой варьируется от 2 до 20 нм. Эта пленка обладает ярко выраженными диэлектрическими свойствами (ширина запрещенной зоны $E_g = 9$ эВ) и крайне низкой химической активностью, что делает невозможным установление прямой металлической связи между кристаллической решеткой подложки и осаждаемым металлом на атомарном уровне.

С точки зрения электрохимии, оксидный слой выступает как дополнительный последовательный импеданс в эквивалентной электрической схеме межфазной границы. Он создает значительное омическое сопротивление, вызывая перераспределение потенциала в двойном электрическом слое (ДЭС) и падение напряжения, которое может достигать критических значений, препятствующих нормальному переносу заряда [1].

Существенная разница в стандартных электродных потенциалах между алюминием ($E^0 = -1,66$ В) и никелем ($E^0 = -0,25$ В) создает огромную термодинамическую движущую силу (ЭДС) для протекания реакций контактного вытеснения (цементации). При погружении алюминиевой детали в кислый электролит немедленно инициируется спонтанная реакция:



Этот процесс протекает с высокой скоростью еще до подачи внешнего тока. Формирующийся контактно выделены слой характеризуется рыхлой, дендритной морфологией, что объясняется хаотичным ростом кристаллов без формирования когерентной связи с подложкой.

Основная часть. Для достижения требуемого покрытия технологический процесс был разделен на два этапа: формирование адгезионного подслоя и последующее нанесение защитного слоя. Использование стандартного состава для никелирования стали ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 300 г/л, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 60 г/л, H_3BO_3 – 60 г/л) в качестве единственного слоя оказалось невозможным из-за высокой концентрации хлорид-ионов (Cl^-), вызывающих точечную коррозию алюминия, и «пригорания» покрытия [2,3].

В связи с этим, первым этапом стало формирование адгезионного подслоя из электролита состава: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 200 г/л; NaCl – 2,5 г/л; H_3BO_3 – 25 г/л; KF – 2,5 г/л; Na_2SO_4 – 50 г/л; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ – 3 г/л [3]. Выбор данного состава для первого подслоя обусловлен необходимостью контролируемого протравливания оксидной пленки (за счет KF) и минимизации риска межкристаллитной коррозии (за счет низкого содержания хлоридов). Согласно классическим трудам В.И. Лайнера и Ю.Я. Лукомского, именно разделение процесса и использование фторсодержащих добавок в первом подслое является ключом к успешному осаждению на химически активные основы [2,4].

Результаты экспериментальных исследований, представленные на рисунке 1 и в таблице 1, демонстрируют зависимость параметров электрохимического осаждения никелевых покрытий на алюминиевую подложку от режима электролиза с использованием оптимизированного фторидсодержащего электролита. Установлено, что увеличение плотности постоянного тока (ПТ) с 0,5 до 3,0 А/дм² сопровождается закономерным ростом толщины осажденного слоя с 0,61 до 4,86 мкм при одновременном повышении скорости осаждения от 0,061 до 0,497 мкм/мин. Наибольший выход по току (84%) зафиксирован при плотности тока 1,5 А/дм², что коррелирует с формированием равномерного мелкозернистого покрытия без видимых дефектов. Дальнейшее повышение плотности тока до 3,0 А/дм² приводит к снижению выхода по току до 79% и появлению краевых эффектов в виде локального «пригорания» осадка. Применение импульсного режима (ИТ) с заданным соотношением длительности импульса и паузы (τ) (1:0,1 мс) при средней плотности тока 1 А/дм² обеспечивает формирование покрытия толщиной 1,71 мкм со скоростью осаждения 0,175 мкм/мин, однако уступает по эффективности оптимальному стационарному режиму. Таким образом, оптимальным технологическим режимом, обеспечивающим высокую скорость осаждения (0,268 мкм/мин), максимальный выход по току (84%) и удовлетворительное качество покрытия, является плотность ПТ 1,5 А/дм².

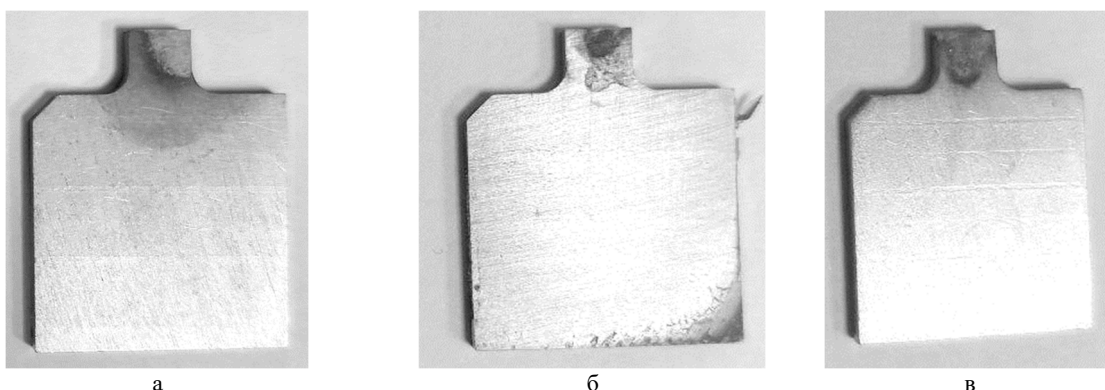


Рисунок 1 – Образцы алюминия с покрытиями осажденные при режиме: а – ПТ $i = 1,5 \text{ А/дм}^2$; б – ПТ $i = 3 \text{ А/дм}^2$; в – ИТ $i = 1 \text{ А/дм}^2$ $\tau_{\text{импульса}} : \tau_{\text{паузы}} = 1:0,1 \text{ мс}$

Таблица 1 – Осаждение никелевого подслоя на образцы при разных режимах электролиза в течении 10 минут

Режим электроосаждения	Отношение длительности импульса к паузе, мс	Ток, А/дм ²	Толщина, мкм	Скорость осаждения, мкм/мин	Выход по току %
ПТ	-	0,5	0,61	0,06	60
ПТ	-	1	1,20	0,12	58
ПТ	-	1,5	2,59	0,26	84
ПТ	-	2	3,27	0,33	80
ПТ	-	3	4,86	0,49	79
ИТ	10:1	1	1,71	0,17	56
ИТ	1:0,1	1	1,71	0,17	56
ИТ	100:10	1	2,00	0,20	66

Основной задачей второго этапа является наращивание функционального никелевого покрытия, обладающего высокой коррозионной стойкостью, твердостью и декоративным блеском. Необходимость нанесения второго слоя обусловлена тем, что первый (адгезионный) подслоя имеет высокопористую структуру и малую толщину, из-за чего на поверхности при тактильном контакте остаются следы, и он не обеспечивает надежной защиты алюминиевой основы от атмосферных воздействий. Для осаждения защитного покрытия использовался высококонцентрированный электролит, содержащий: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 300 г/л, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 60 г/л, H_3BO_3 – 60 г/л и оптимизированную концентрацию блескообразующих добавок. Конкретизация задачи на данном этапе заключалась в оптимизации условий электролиза для предотвращения дендритообразования на уже сформированном подслое. Исследовалось влияние температуры (подогрев до 45–55°C) и гидродинамики (интенсивное перемешивание) на выход по току и морфологию осадка.

Лимитирующей стадией процесса является десорбция пузырьков водорода с поверхности катода (рисунок 2). Это явление играет ключевую роль в формировании итогового качества покрытия. Длительное время пребывания пузырьков (рисунок 2 а) приводит к экранированию поверхности и формированию макроскопических дефектов, что выражается в появлении крупного редкого питтинга. Такие дефекты не только ухудшают внешний вид, но и снижают защитные свойства слоя. Интенсификация процесса возможна за счет гидродинамического воздействия: перемешиванию (рисунок 2 б) обеспечивает механический отрыв пузырьков, сокращая время их контакта с электродом. Вследствие этого наблюдается диспергирование дефектов при одновременном росте плотности их распределения, что характеризуется образованием мелкого частого питтинга. Подобная морфология является более предпочтительной, так как снижает глубину каждого отдельного дефекта.

Иной механизм реализуется при термической активации (рисунок 2 а): снижение вязкости электролита облегчает удаления пузырей водорода, однако в отсутствие принудительного удаления пузырьков сохраняется риск локальной пассивации поверхности. Это может приводить к неравномерному росту покрытия и локальным непокрытиям. Наиболее однородная структура никеля достигается в условиях использования обоих приемов (рисунок 2 в). Сочетание термического снижения вязкости и поверхностного натяжения с активным выносом газовой фазы обеспечивает минимальное время экранирования катода. Данный режим коррелирует с формированием оптимальной морфологии – мелкого редкого питтинга. Таким образом, именно комбинированное воздействие позволяет получить покрытие с наилучшими эксплуатационными характеристиками.

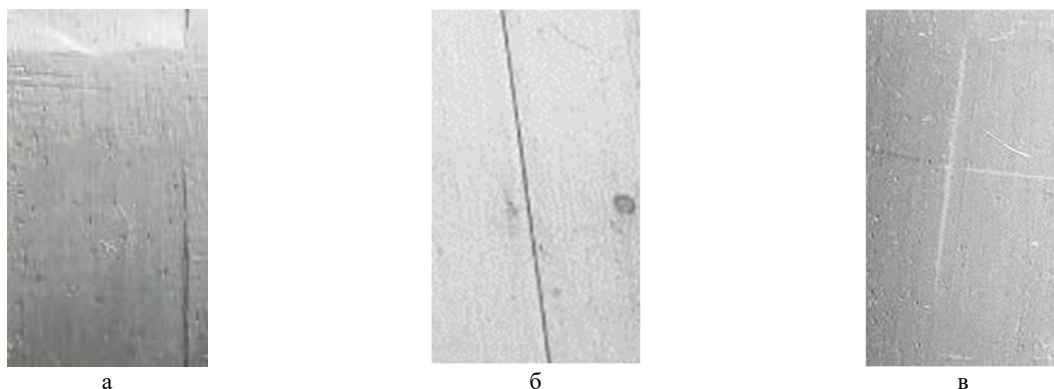


Рисунок 2 – Микроморфология поверхности защитного никелевого покрытия при различных условиях электролиза: а – подогрев без перемешивания; б – перемешивание без подогрева; в – подогрев + перемешивание

Заключение. В результате проведенных исследований разработана и апробирована методика двухстадийного электрохимического никелирования алюминиевых подложек, где разделение процесса на стадии нанесения адгезионного подслоя и функционального слоя позволяет нивелировать влияние оксидной пленки и обеспечить высокую адгезию. Установлено, что оптимальным режимом для формирования первого слоя является плотность постоянного тока $1,5 \text{ А/дм}^2$, обеспечивающая максимальный выход по току (84%) и получение равномерного мелкозернистого осадка без дефектов «пригорания», что создает надежную базу для последующего наращивания защитного слоя.

Выявлено, что совмещение воздействия подогрева электролита до $45\text{--}55^\circ\text{C}$ и интенсивного перемешивания способствует ускоренному удалению газовой фазы водорода, предотвращая экранирование поверхности и образование питтинга. Совмещение данных приемов позволяет получать наиболее плотные и коррозионностойкие покрытия с высокими декоративными свойствами, в связи с чем разработанный технологический процесс рекомендуется для внедрения в производство корпусных деталей электронной аппаратуры из алюминиевых сплавов для обеспечения их комплексной защиты.

Список литературы

1. Walsh F. C., Low C. T. J. The review of tin electroplating // *Surface and Coatings Technology*. – 2016
2. Lashmore D. S. Plating on Aluminum: A Review // *Plating and Surface Finishing*. – 1980. – Vol. 67, № 1. – P. 37–42.
3. Лукомский Ю.Я. Теоретические аспекты и технология непосредственного нанесения гальванических покрытий на алюминий и его сплавы: Автореф. дис. д-ра техн. наук. М., 1991. 27 с.
4. Справочное руководство по гальванотехнике. Пер. с нем. / Под ред. В. И. Лайнера. М.: Металлургия, 1969. Т. 1. 418 с.

UDC 621.357.7

ELECTROCHEMICAL NICKEL PLATING WITH A SURFACE COATING OF ALUMINUM ELECTRONIC CASES

Svirid N.M.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Kuzmar I.I., - Cand. of Sci., Head of Research Laboratory 2.2, BSUIR Research Institute

Annotation. This paper examines the formation of a multilayer nickel coating on aluminum alloy components. A two-stage electrodeposition process is proposed, including the application of a specialized adhesive sublayer and a subsequent protective layer. The influence of temperature and hydrodynamic conditions of electrolysis on the mass and quality of the deposited coating is determined. It has been shown that combining heating and stirring the electrolyte produces the highest quality protective layers with high density and resistance to external influences.

Keywords: electrodeposition, aluminum, nickel, multilayer coatings

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Коваленко А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ревинская И.И. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. В работе рассматривается разработка программного комплекса для бесконтактной оценки параметров внешнего дыхания на основе анализа видеозаписи пациента. Предложенный подход использует методы компьютерного зрения для отслеживания движения маркеров, расположенных на теле человека, и последующего анализа динамики дыхательных движений. Система выполняет сегментацию изображения, детекцию и трекинг маркеров, автоматическую калибровку масштаба и формирование временных рядов изменения положения грудной клетки и брюшной области. На основе полученных данных строятся графики дыхательных колебаний и вычисляются основные параметры дыхания, такие как частота дыхания, амплитуда дыхательных движений и стабильность ритма. Практическая значимость разработки заключается в возможности получения количественных характеристик дыхания без использования специализированного медицинского оборудования.

Ключевые слова: внешнее дыхание, бесконтактная, компьютерное зрение, видеоанализ, дыхательные движения, трекинг маркеров, графики дыхания

Введение. Функция внешнего дыхания является одним из важнейших показателей состояния дыхательной системы человека. Нарушения дыхательной функции могут свидетельствовать о развитии различных заболеваний лёгких, включая хроническую обструктивную болезнь лёгких, бронхиальную астму и другие патологии. Для диагностики и мониторинга таких заболеваний широко применяются методы исследования функции внешнего дыхания, в частности спирометрия, позволяющая измерять такие параметры, как дыхательный объём, частота дыхания и минутная вентиляция лёгких [1].

Классические методы исследования дыхательной функции предполагают использование специализированного медицинского оборудования, такого как спирометры и спирографы. Несмотря на высокую точность таких устройств, их применение связано с рядом ограничений: необходимостью использования контактных датчиков, специализированного оборудования и присутствия медицинского персонала. В связи с этим в последние годы активно развивается направление бесконтактного мониторинга физиологических параметров человека на основе анализа видеоданных [2] и методов компьютерного зрения [3].

Современные исследования показывают, что анализ движения грудной клетки и брюшной области на видеозаписях может использоваться для оценки частоты дыхания и других параметров дыхательного процесса. Методы компьютерного зрения позволяют выявлять даже небольшие колебания поверхности тела, вызванные дыхательными движениями, и преобразовывать их в цифровые сигналы, пригодные для дальнейшего анализа [4].

Развитие технологий машинного обучения и нейронных сетей значительно расширило возможности обработки медицинских изображений и видеоданных. Использование нейросетевых алгоритмов позволяет автоматизировать процессы сегментации изображения, обнаружения ключевых точек и анализа временных рядов, полученных при наблюдении за движениями человека [5].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для получения и визуализации параметров внешнего дыхания на основе анализа видеозаписи пациента.

Предлагаемый программный комплекс позволяет автоматически извлекать дыхательные сигналы из видеопотока, строить графики дыхательных движений и вычислять основные показатели дыхательной активности.

Основная часть. Разрабатываемый программный комплекс предназначен для анализа видеозаписей пациента с целью получения количественных характеристик дыхательного процесса. Основная идея метода заключается в отслеживании движения отдельных участков тела, связанных с дыхательными движениями грудной клетки и брюшной области.

В процессе работы система выполняет несколько последовательных этапов обработки данных. На первом этапе производится загрузка видеозаписи и её предварительная обработка. Видео разбивается на отдельные кадры, после чего осуществляется их анализ с использованием алгоритмов компьютерного зрения. Для реализации данного этапа используются современные библиотеки обработки изображений и видеоданных, такие как *OpenCV* и другие инструменты языка программирования *Python*.



Рисунок 1 – Демонстрация различных тестов детектирование с библиотекой *OpenCV*

Следующим этапом является обнаружение области интереса на изображении. В большинстве случаев дыхательные движения наиболее выражены в области грудной клетки и верхней части живота. Для повышения точности измерений система выполняет выделение ключевых точек или маркеров, расположенных на поверхности тела пациента. Отслеживание положения этих точек позволяет регистрировать даже небольшие перемещения, возникающие в процессе дыхания.

После определения ключевых точек выполняется их трекинг на последовательности видеок кадров. В результате формируется временной ряд координат, отражающий изменение положения каждой точки во времени. Такие временные ряды представляют собой сигнал, содержащий информацию о дыхательных колебаниях. Анализ движения пикселей и координат точек позволяет эффективно выделять дыхательный сигнал даже при наличии шумов и незначительных движений тела [6].

Полученные данные подвергаются дальнейшей математической обработке. На этом этапе применяются методы фильтрации и сглаживания сигналов (медианный фильтр, фильтр скользящего среднего, фильтр Баттерворта), позволяющие устранить случайные колебания и повысить стабильность измерений. После фильтрации формируется дыхательная кривая, представляющая собой график изменения положения грудной клетки во времени.

Графическое представление дыхательных сигналов играет важную роль в анализе состояния пациента. На основе полученных временных рядов строятся графики дыхательных движений, позволяющие визуально оценить форму дыхательного цикла, амплитуду движений и регулярность дыхательного ритма. Каждый дыхательный цикл на графике соответствует последовательности фаз вдоха и выдоха.

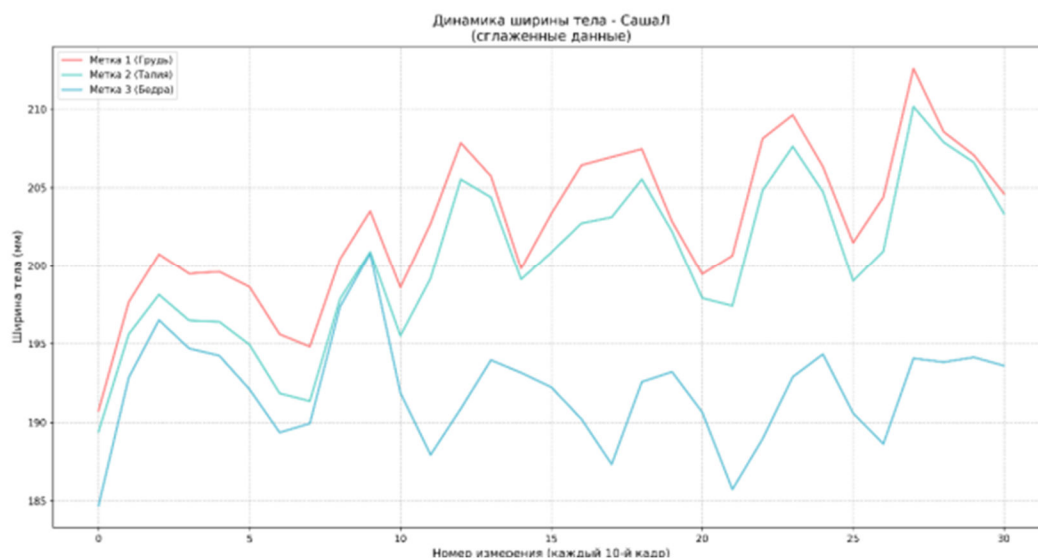


Рисунок 2 – Общий график всех меток одного пациента

Анализ формы дыхательной кривой позволяет автоматически определять ключевые параметры дыхания. Одним из основных показателей является частота дыхания, которая определяется как количество дыхательных циклов за определённый интервал времени. Кроме того, по амплитуде колебаний графика можно оценить интенсивность дыхательных движений и приблизительно определить дыхательный объём.

Дополнительно система может анализировать регулярность дыхательного ритма, выявляя возможные отклонения или нерегулярные дыхательные паттерны. Такие нарушения могут быть связаны с различными физиологическими или патологическими состояниями организма. Использование алгоритмов анализа временных рядов позволяет автоматически обнаруживать подобные особенности дыхательного процесса.

Современные исследования показывают, что методы анализа видеоданных могут обеспечивать достаточно высокую точность измерения частоты дыхания. В ряде работ показано, что алгоритмы обработки видеосигнала способны определять частоту дыхания с небольшой погрешностью по сравнению с традиционными медицинскими измерительными системами [7]. Это подтверждает перспективность использования компьютерного зрения для разработки систем дистанционного мониторинга дыхания.

Для повышения точности измерений в разрабатываемой системе используется метод калибровки масштаба изображения. При наличии маркеров известного размера на поверхности тела пациента возможно преобразование координат из пикселей изображения в реальные физические величины. Это позволяет более корректно оценивать амплитуду дыхательных движений и получать количественные показатели, приближенные к реальным физиологическим значениям.

Важной частью системы является модуль визуализации данных. Он обеспечивает построение различных графиков, отображающих изменения дыхательных параметров во времени. Такие графики могут использоваться врачами для анализа дыхательного ритма, выявления отклонений и сравнения результатов различных измерений. Наглядное представление данных облегчает интерпретацию результатов и способствует более эффективной диагностике.

Использование программных методов анализа видеоданных открывает новые возможности для развития телемедицины и дистанционного мониторинга состояния пациента. Бесконтактные методы измерения физиологических параметров могут применяться в условиях, когда использование традиционного медицинского оборудования затруднено или невозможно.

Заключение. Использование современных библиотек языка программирования *Python* и инструментов обработки изображений позволяет реализовать гибкую систему анализа видеоданных. Полученные результаты демонстрируют перспективность применения методов компьютерного зрения для разработки систем бесконтактного мониторинга физиологических параметров человека. В дальнейшем развитие программного обеспечения может быть направлено на повышение точности алгоритмов обработки видеоданных, расширение перечня анализируемых параметров дыхания и интеграцию системы с веб-приложениями для удалённого мониторинга состояния пациентов.

Список литературы

1. Полянская М.А. Спирометрия в оценке нарушений функции дыхательной системы. [Электронный ресурс].
2. Ревинская, И. И. Методика оценки легочных объемов на основе записи биомеханики дыхательных движений = *Methodology for Assessing Lung Volumes Based on Recording the Biomechanics of Respiratory Movements* / И. И. Ревинская, П. В. Камлач // Доклады БГУИР. – 2023. – Т. 21, № 6. – С. 92–98
3. NumPy: фундаментальная библиотека для научных вычислений в Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: numpy.org.
4. Matplotlib: Visualization with Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://matplotlib.org>.
5. Motion magnification algorithms for video-based breathing monitoring. *Biomedical Signal Processing and Control*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: scikit-learn.org.
6. Методы компьютерного зрения в медицинской диагностике: современное состояние и перспективы [Электронный ресурс].
7. OpenCV: Open Source Computer Vision Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opencv.org>

UDC 616-78

SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF EXTERNAL RESPIRATION PARAMETERS USING NEURAL NETWORK ALGORITHMS

Kovalenko A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Revinskaya I.I. – Senior lecturer of the department of ETT

Annotation. The paper presents a software system for visualization and analysis of external respiration parameters based on patient video processing. The proposed approach combines computer vision techniques and neural network algorithms for body segmentation and respiratory motion analysis.

Keywords: external respiration, neural networks, computer vision, video analysis, respiratory parameters, data visualization.

**СЕКЦИЯ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА»**

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЛИТЕРАТУРНЫЙ ФОРУМ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Билида Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ильясова М.С. – магистр, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается проектирование веб-приложения для студентов БГУИР, интегрирующего базу знаний, ИИ-рекомендации и систему бронирования книг. Разработан комплекс эргономических требований по свойствам «Управляемость» и «Освояемость» на основе стандартов СЧКС. Результатом работы является обоснование проектных решений для создания интуитивно понятного интерфейса, оптимизирующего образовательную деятельность в университете.

Ключевые слова: веб-приложение, студенческий литературный форум, эргономические требования

Введение. В современной образовательной системе ключевым вызовом является эффективная работа с информацией и развитие навыков критического мышления. Несмотря на обилие цифровых ресурсов, студенты зачастую сталкиваются с разрозненностью источников знаний, сложностью поиска релевантной учебной литературы и отсутствием интерактивной среды для осмысленного обсуждения прочитанного. Актуальность данной темы заключается в создании целостного цифрового решения, которое не просто предоставляет доступ к книгам, но и формирует вокруг них активное академическое сообщество и популяризирует чтение.

Целесообразность создания проектируемой системы – веб-приложения «Студенческий литературный форум» – заключается в синтезе трех ключевых элементов: сообщества (площадка для обсуждения и рецензирования), базы знаний (структурированные подборки по предметам) и практического инструмента (персонализированные рекомендации с использованием искусственного интеллекта и прямое бронирование в библиотеке БГУИР).

Основная часть. На основании анализа предметной области и целевой аудитории проектируемого приложения выявлены назначение и основные задачи веб-приложения. Система предназначена для популяризации литературы и повышения эффективности обучения путем создания единой платформы, которая объединяет сообщество читателей, персонализированные рекомендации, подборки литературы и упрощенный процесс бронирования книг из библиотеки БГУИР.

К основным задачам системы относятся:

- 1 Создание площадки для обсуждения и рецензирования литературы.
- 2 Формирование базы знаний в виде структурированных подборок и рецензий по предметам.
- 3 Обеспечение персонализированных рекомендаций по литературе с помощью искусственного интеллекта.
- 4 Интегрирование процесса поиска литературы с системой бронирования в библиотеке БГУИР.
- 5 Информирование студентов о мероприятиях, связанных с книжной тематикой.

Основные функции проектируемого веб-приложения представлены в виде диаграммы вариантов использования на рисунке 1.

Эргономика системы «человек-компьютер-среда» (СЧКС) [1] направлена на обеспечение эффективного, безопасного и комфортного взаимодействия пользователя с веб-приложением. Разработка требований основана на анализе потребностей целевых пользователей и направлена на достижение высокого уровня юзабилити. В качестве основы для формирования требований выбраны ключевые эргономические свойства: «Управляемость» и «Освояемость».



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Цель разработки эргономических требований – обеспечить эффективное, безопасное и комфортное взаимодействие пользователя с системой. Для системы были разработаны эргономические требования, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Эргономические требования к СЧКС

Группа ЭТ	Номенклатура ЭТ
Эргономическое свойство «Управляемость»	
Психологические	– Наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе работы (всплывающие уведомления об ошибках) – Наличие предупреждений о нежелательных последствиях действий (при удалении рецензии всплывает диалоговое окно подтверждения) – Расположение схожих элементов в одних и тех же местах (кнопки расположены в одних и тех же местах интерфейса в модальных окнах) – Отсутствие неоднозначного толкования команд, кнопок (названия команд и кнопок должны иметь единственную трактовку) – Соответствие компоновки элементов управления стереотипам деятельности (кнопка «Войти» находится в форме авторизации) – Наличие индикации хода выполнения функции (обратной связи)
Психофизиологические	– Соответствие размеров и контраста текста оптимальным значениям (минимальный угловой размер должен составлять 30-40', контрастность текста (разница в яркости между цветом текста и фона) относительно фона должна соответствовать стандарту WCAG [2]. – Соответствие цветовых решений стереотипам восприятия (красный цвет – отмена действий, зеленый – успешное действие) – Визуальное разделение смысловых блоков информации
Эргономическое свойство «Освояемость»	
Психологические	– Наличие подсказок о следующих шагах работы в системе – Наличие встроенной справки и пояснений к элементам интерфейса (всплывающая подсказка при наведении) – Логичная иерархическая структура информации (четкая иерархия меню, пользователь всегда понимает, где находится) – Соответствие терминологии целевой аудитории

Таким образом, разработанный комплекс эргономических требований к системе «Студенческий научно-литературный форум» охватывает ключевые аспекты взаимодействия пользователя с интерфейсом. Соблюдение данных требований на этапах проектирования и

реализации позволит создать интуитивно понятный, предсказуемый и комфортный для использования продукт [3], что напрямую способствует достижению главной цели проекта – повышению вовлеченности студентов и эффективности их научно-литературной деятельности.

Особенностью проектируемого веб-приложения является система персонализированных рекомендаций на базе искусственного интеллекта. Для внедрения данной технологии был выбран гибридный подход [4], комбинирующий два алгоритма машинного обучения для повышения точности и эффективности рекомендаций. Метод коллаборативной фильтрации используется для анализа поведения пользователей и поиска книг, понравившихся людям со схожими интересами. Контентная фильтрация позволяет анализировать метаданные оцененных пользователем книг (жанр, автор, ключевые слова).

Заключение. В результате разработан проект веб-приложения «Студенческий литературный форум», объединивший площадку для обсуждения литературы, базу знаний по учебным дисциплинам и персонализированные рекомендации. Разработанные эргономические требования адаптированы под специфику образовательной платформы и целевую аудиторию – студентов вуза. Практическая ценность работы заключается в создании готового к внедрению перечня требований, соблюдение которых приведет к созданию веб-приложения с интуитивным интерфейсом и функционалом, закрывающим основные требования пользователя.

Список литературы

1. Шупейко, И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек-машина» / И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2017. – 80 с.
2. WCAG 2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Дата доступа: 20.01.2026.
3. Норман, Д.А. Дизайн привычных вещей / Д.А. Норман. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. – 384 с.
4. Рекомендательные системы: как ML-инженеры создают персонализированный опыт? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://simulative.ru/blog/rekomendatelnie-sistemi-kak-ml-inzheneri-sozdayut>. Дата доступа: 20.01.2026.

UDC 331.101.1:004.774

STUDENT LITERATURE FORUM AND ITS ERGONOMIC REQUIREMENTS

Bilida E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ilyasova M.S. – Master of Sci., assistant of the department of EPE

Annotation. The article presents the design of a web application for BSUIR students, integrating a knowledge base, AI-powered recommendations, and a book reservation system. A set of ergonomic requirements based on «Manageability» and «Learnability» properties has been developed in accordance with HCS (Human-Computer-System) standards. The study results in the substantiation of design solutions aimed at creating an intuitive interface to optimize educational activities within the university.

Keywords: Web app, student literature forum, ergonomic requirements

ELASTICSEARCH. ПЕРЕХОД К NOSQL РЕШЕНИЯМ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОГО ПОИСКА В БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Бабич А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдович К.И. – ассистент кафедры ИПиЭ, магистр тех. наук

Аннотация. Рассмотрено применение Elasticsearch в качестве средства полнотекстового поиска и NoSQL-хранилища. Представлено описание работы инверсированного индекса и алгоритма ранжирования BM25. Освещены механизмы управления релевантностью поисковой выдачи и повышения возможностей: использование синонимов, корректировка опечаток, автодополнение поискового запроса. Приведено сравнение Elasticsearch по критериям производительности, масштабируемости и согласованности данных с классическими SQL решениями на примере PostgreSQL

Ключевые слова: полнотекстовый поиск, большие данные, скорость поиска, анализ логов, NoSQL, Elasticsearch.

Введение. В связи с ростом темпов цифровизации, а, следовательно и постоянным увеличением количества информации, представленной в электронном виде, появилась проблема её потребления, связанная с невозможностью обработки стремительного потока данных человеком. Для решения этой проблемы необходимо использовать специальные средства хранения и обработки, которые позволят с гибкостью управлять поиском и агрегацией информации для её анализа. В качестве такого универсального инструмента можно использовать Elasticsearch.

Основная часть. Сердцем работы эффективного поиска Elasticsearch является механизм индексации. Индекс – это основная единица хранения в Elasticsearch. Он представляет собой набор документов, однозначно идентифицированных именем или псевдонимом [1]. Его можно сравнить с таблицей из реляционных баз данных, но в свою очередь реализован куда сложнее, хотя и скрытно от пользователя. Индекс по факту является логической сущностью, с которой работает пользователь, объединяющей несколько его частей под одним именем. Каждая такая часть называется шардом и представляет собой отдельный поисковой движок. Запрос к индексу транслируется к каждой его части и после происходит конкатенация результатов. Шарды делятся на два вида первичные и реплики, служащие для отказоустойчивости и распределения read-нагрузки. Документ, так называется единица данных, попадая в индекс проходит процесс индексации, каждое текстовое поле проходит два шага [2]:

1 Tokenization – разбиение текста на более мелкие фрагменты (токены).

2 Normalization – нормализует токены к стандартному виду, что позволяет сопоставлять похожие токены с поисковым запросом.

В результате образуется обратный индекс, каждый токен сопоставляется со списком документов, в которых он содержится.

Чем гибче инструмент поиска, тем более расплывчатые данные он может дать, в связи с этим необходимо разбивать данные по их релевантности. Elasticsearch использует для этого алгоритм BM25, использующий в своей основе следующие параметры: частота токена в документе, обратная частота токена во всех документах, отношение среднего размера документа к текущему.

Рассказав об основах строения и работы Elasticsearch можно перейти к его основной функции, а именно гибкий поиск. В качестве инструментов для гибкого поиска можно выделить: синонимы, автодополнение, коррекция опечаток, а так семантический поиск.

Синонимы позволяют связать различные токены друг с другом, в результате чего оба токена ведут на документ, содержащий хотя бы одного из них. Используется два

взаимозаменяемых принципа построения синонимов: на этапе индексации (предъявляет увеличенные требования к размеру индекса) и на этапе поискового запроса (позволяет более гибко работать с синонимами, но увеличивает время обработки запроса).

Автодополнение можно разделить на два вида: использование префикса (поиск по началу токена), основывается на дереве префиксов, и предложения, то есть Elasticsearch предлагает пользователю возможное продолжение слова в зависимости от хранящихся токенов в индексе.

Включение исправления опечаток (неточный поиск) при поиске по полям документа, чей формат поддерживает данную функцию, позволяет находить токены незначительно отличающиеся (на пару букв в зависимости от длины слова).

Семантический поиск, позволяет по средством подключения моделей искусственного интеллекта преобразовывать текст в вектора и искать максимально схожий по смыслу текст, который значительно отличается в лексико-грамматическом плане.

Данные механизмы значительно упрощают поисковые операции человеку, который теперь может найти результаты среди большого количества данных, зная лишь общую направленность необходимой ему информации.

Пользователь может захотеть отдать приоритет тому или иному документу, по определенным признакам. Для решения этой проблемы используются механизмы управления релевантностью. Самый простой из них это boosting, позволяющий повысить ценность отдельной части поискового запроса, и function score, повещающий score (оценка релевантности) у документов, соответствующих некому условию.

Рассмотрим причины перехода к решениям NoSQL формата для поиска и работы с большими данными:

1 Гибкость хранения. Не смотря на более высокую сложность организации Elasticsearch не выдвигает строгих требований к постоянству форматов документов. Что особенно важно при работе с логированием, когда формат логов может меняться в зависимости от источника и времени. В том числе для работы с логированием имеются удобные функции для агрегирования.

2 Дружелюбность управления. Классические реляционные базы данных требуют знания sql языка, что повышает требования к администраторам. Elasticsearch предлагает использование Kibana – интерфейса для запроса, анализа, визуализацией и управления данными, хранящимися в Elasticsearch [3].

3 Высокая производительность. На относительно небольшой выборке данных реляционные системы не отстают, а иногда и обгоняют по производительности NoSQL решения, но если говорить о больших данных, то различия становятся существенными. Приведем сравнительную характеристику Elasticsearch и реляционной базой данных PostgreSQL (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика Elasticsearch и PostgreSQL.

	Elasticsearch	PostgreSQL
Количество записей	100M+	<10M
Время полнотекстового поиска (10M записей)	80-200 мс	20-40 мс
Время агрегаций (10M записей)	300-800 мс	80-150 мс

Однако Elasticsearch имеет свои минусы, вызванные более сложной архитектурой, и не может стать основным хранилищем информации. Он требует более сложной стартовой настройки, не поддерживает механизм транзакций, что плохо сказывается на согласованности данных, а данные попадают в индекс лишь спустя определенное время.

На практике применяется следующий вариант совместного использования реляционных баз данных, таких как PostgreSQL, и Elasticsearch. Реляционная база данных выполняет функции источника истины сохраняя ACID-свойства, а Elasticsearch используется как поисковый движок, снимая нагрузку с транзакционной базы данных. Для такой схемы необходимо разработать механизм синхронизации данных между основной базой данных и

Elasticsearch. Данный механизм возможен через Dual Write схеме, когда приложение одновременно пишет данные в обе системы, главным недостатком данного варианта является что работоспособность системы одновременно зависит и от работы реляционной и от NoSQL базы данных. Более предпочтительной схемой является Change Data Capture паттерн (см. рисунок 1). Приложение заполняет данные только в реляционной базе данных, и его работоспособность зависит только от её. Приложение прослушивает основную базу и в случае её изменения, асинхронно обновляет данные в Elasticsearch, для этого могут использоваться Debezium или Kafka Connect. Единственным минусом этого варианта является задержка между сохранением данных в основную базу и появлением их в Elasticsearch, что является допустимым на фоне значительного повышения уровня надежности.

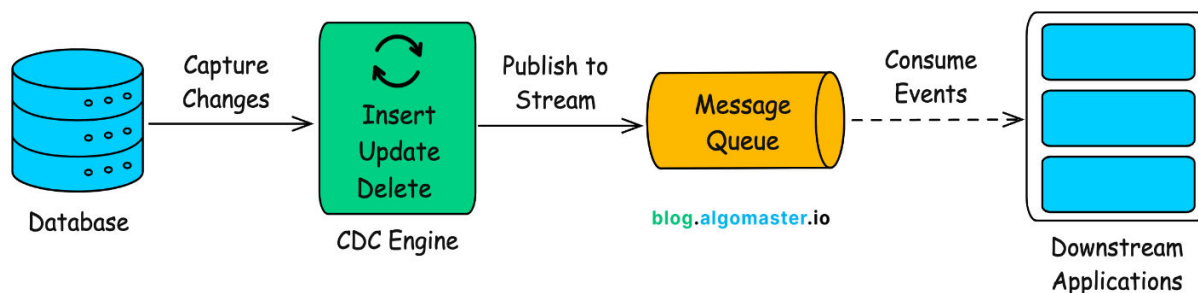


Рисунок 1 – Паттерн CDC

Заключение. Elasticsearch закрывает потребность в быстром и интеллектуальном поиске среди больших данных. Архитектура на основе шардирования и обратных индексов обеспечивает масштабируемость и отказоустойчивость. Рекомендуется использовать Elasticsearch в связке с реляционными базами данных для достижения баланса между гибкостью поиска и надежностью хранения данных.

Список литературы

1. The Elasticsearch data store [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elastic.co/docs/manage-data/data-store/>. Дата доступа: 23.02.2026
2. Text analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://elastic.co/docs/manage-data/data-store/text-analysis>. Дата доступа: 23.02.2026
3. Kibana [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://elastic.co/kibana>. Дата доступа: 23.02.2026

UDC [004.4:004.62]

ELASTICSEARCH.TRANSITION TO NOSQL SOLUTIONS FOR ORGANIZING EFFICIENT SEARCH IN BIG DATA

Babich A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – Master. of Sci., Assistant at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article examines the application of Elasticsearch as a tool for full-text search and NoSQL storage. A description of the inverted index operations and the BM25 ranking algorithm is presented. Mechanisms for managing search result relevance and enhancing capabilities are highlighted: the use of synonyms, typo correction and search query autocomplete. A comparison of Elasticsearch with classical SQL solutions using PostgreSQL as an example is provided based on performance? scalability and data consistency criteria.

Keywords: full-text search, big data, search speed, log analysis, NoSQL, Elasticsearch.

ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПОДБОРА И ПОКУПКИ КНИГ

Бычек Е.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Медведев О.С. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для подбора и покупки книг на языке программирования *Java* с использованием фреймворков *Spring Boot* и *React*. Программа обеспечивает запуск веб-приложения и переход на разные страницы в операционных системах с доступом к интернету и веб-браузером.

Ключевые слова: веб-приложение, онлайн-платформа, языки программирования, *Java*, фреймворки, *Spring Boot*

Введение. В условиях активной цифровизации всех сфер деятельности книжный рынок становится одним из ключевых направлений для внедрения современных онлайн-решений. Традиционная книжная торговля, сталкиваясь с ограничениями по ассортименту и географическому охвату, все активнее дополняется и вытесняется цифровыми платформами. Разработка специализированных веб-приложений для подбора и покупки книг позволяет автоматизировать ключевые процессы – от персонализированного поиска до оформления заказа – что значительно повышает удобство для пользователей и открывает для издательств новые каналы сбыта. Подобные платформы не только упрощают доступ к литературе, но и трансформируют взаимодействие между продавцами и покупателями, способствуя развитию электронной коммерции в сфере культуры и образования.

Основная часть. При разработке веб-приложения необходимо решить следующие задачи: проанализировать предметную область, описать ее особенности и разработать функциональные и информационные модели программного средства; спроектировать архитектуру платформы, обосновать выбор технологий и компонентов, разработать пользовательский интерфейс и алгоритмы бизнес-логики; протестировать работоспособность программного средства, выявить возможные ошибки и убедиться в корректности его функционирования; подготовить руководство по установке, развертыванию и использованию платформы, обеспечив удобство администраторов и конечных пользователей.

Для создания онлайн-платформы книжного магазина выбран язык программирования *Java*, что обусловлено высокой производительностью, безопасностью, масштабируемостью и богатой экосистемой [1], фреймворк *Spring Boot*, так как он обладает высокой скоростью разработки, гибкостью и возможностью интеграции с другими технологиями, а также база данных *MySQL*, так как она представляет собой оптимальный выбор для веб-приложения кафе-кондитерской благодаря своей структуре, производительности, простоте использования и надежности [2].

Разработана даталогическая модель программы. Основные сущности базы данных включают: *users* для управления пользователями и ролями, *books* для хранения книжного каталога с детальной информацией, *genres* для классификации литературы. Ассоциативные таблицы *book_genres*, *favorites* и *cart_items* обеспечивают связи между книгами и жанрами, а также управление избранным и корзиной покупок. Система заказов реализована через таблицы *orders* с уникальными кодами и статусами выполнения, *order_items* с фиксацией цен на момент покупки, и *pickup_points* для точек выдачи. Модуль отзывов представлен таблицей *reviews* с контролем рейтинга и уникальности отзывов на книгу от каждого пользователя. Все таблицы связаны через систему внешних ключей, обеспечивающих целостность данных при операциях добавления и удаления.

При проектировании архитектуры и описании состояний программного средства составлены различные *UML*-диаграммы: вариантов использования, состояний, последовательности, классов, развертывания и компонентов [3]. Диаграмма

последовательности процесса «Добавление новой книги в корзину» представлена на рисунке 1.

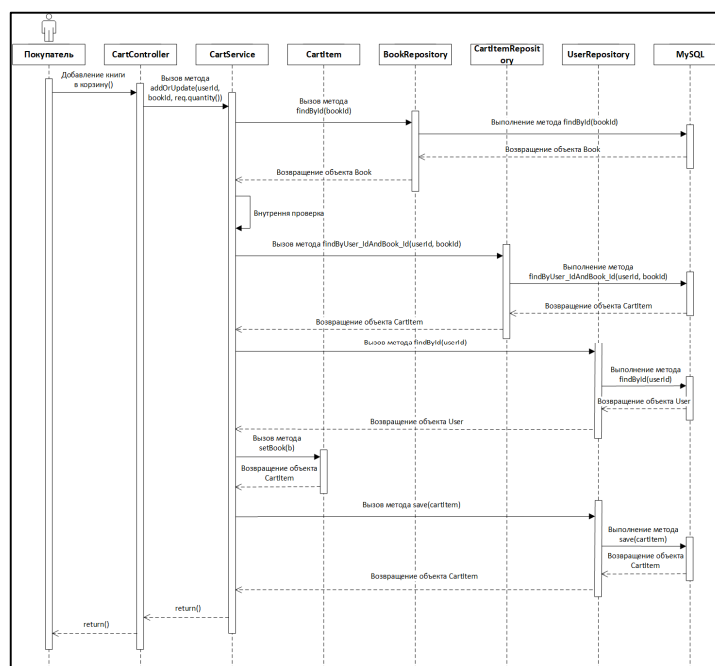


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности процесса «Добавление новой книги в корзину»

Разработан графический интерфейс *GUI* онлайн-платформы, представляющий собой удобный способ просмотра каталога, добавления книг в корзину и избранное, оформление заказа, а также добавление и редактирование товаров для администратора и просмотр аналитики. Вкладка «Аналитика» страницы «Администратор» представлена на рисунке 2.

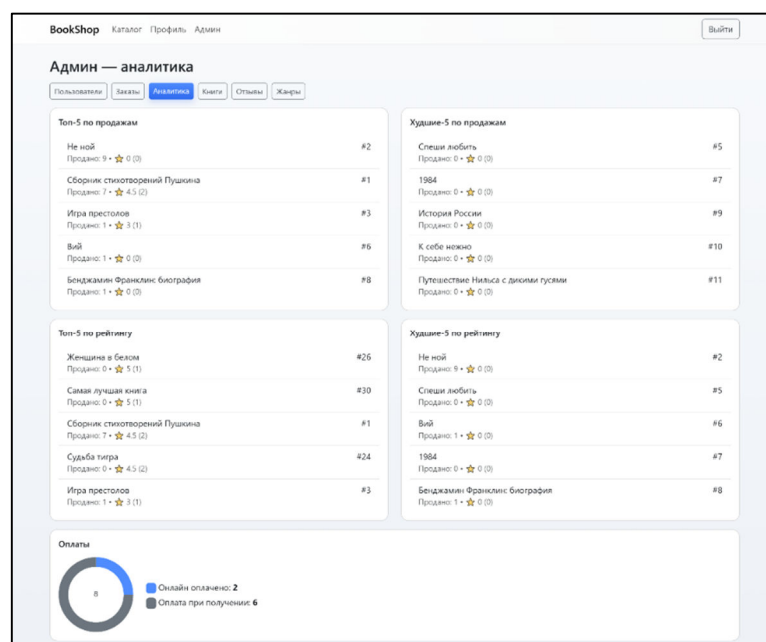


Рисунок 2 – Вкладка «Аналитика» страницы «Администратор» программного средства

Для проверки корректности обработки различных ситуаций, возникающих при регистрации пользователей и оформлении, разработаны и выполнены тест-кейсы. Также введены ограничения в системе для корректной работы программы. Например, пользователь не может два раза оставить отзыв на одну книгу, администратор не может заблокировать сам

себя и др.

Онлайн-платформа для подбора и покупки книг предназначена для автоматизации ключевых процессов: интеллектуального поиска и фильтрации каталога, управления товарами, обработки заказов и платежей, а также взаимодействия с пользователями. Для успешного внедрения и стабильной работы необходимо провести грамотную подготовку инфраструктуры, установить минимальные и рекомендуемые системные требования к серверу и клиентским устройствам.

Разработанная платформа функционирует в двух основных режимах: для конечного пользователя (читателя) и администратора. Она служит для эффективного управления книжным каталогом, пользовательскими аккаунтами и заказами. Система позволяет пользователям легко осуществлять персонализированный поиск книг, знакомиться с детальной информацией и отзывами, формировать заказы, оплачивать их онлайн и управлять личным кабинетом. Администраторы, в свою очередь, получают инструменты для полного контроля над ассортиментом, анализа продаж, управления клиентской базой и обработки заказов. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу, четкому разделению ролей и обеспечению безопасности данных через систему аутентификации и авторизации, платформа демонстрирует высокую надежность и удобство использования.

Закключение. Разработана онлайн-платформа, автоматизирующая управление книжным каталогом, обработку заказов и взаимодействие с пользователями. Решение обеспечивает интуитивно понятный интерфейс и единое хранилище данных, что ведет к существенной экономии времени для обеих сторон – администраторов и покупателей – и повышает общую эффективность информационных процессов. Проектирование системы было детализировано с помощью набора *UML*-диаграмм (классов, вариантов использования, состояний).

Платформа организована по ролевому принципу, позволяя администраторам и пользователям работать в общей среде с разным набором функций. Администраторы управляют контентом, запасами и заказами через специализированную панель, а пользователи получают легкий доступ к поиску, выбору и покупке книг через адаптивный клиентский интерфейс.

Список литературы

1. Сравнение Python, JavaScript и Java [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZVzpAPjfHF5g2bQw>. – Дата доступа: 10.02.2026.
2. Сравнение современных СУБД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drach.pro/blog/hi-tech/item/145-db-comparison>. – Дата доступа: 10.02.2026.
3. Что находится между идеей и кодом? Обзор 14 диаграмм UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/508710/>. – Дата доступа: 10.02.2026.

UDC 004.423

WEB APPLICATION FOR AUTOMATION OF WORK OF A CAFE-CONFECTIONERY

Bychek E.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O.S. – senior lecturer of the department of EРaE

Annotation. A web application for book selection and purchase has been developed using the Java programming language with the Spring Boot and React frameworks. The application ensures the launch of the web application and navigation between different pages in operating systems with internet access and a web browser.

Keywords: web application, online platform, programming languages, Java, frameworks, Spring Boot

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА КОНЦЕПЦИИ ЛИЧНОСТНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРИВЕРЖЕННОСТИ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Долголев И.Э.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлена разработка информационной системы, которая помогает пользователю планировать и ежедневно контролировать личностную программу здорового образа жизни через четыре функциональных модуля: мониторинг питания (продукты, калории, макроэлементы), мониторинг сна (длительность и стабильность времени сна), мониторинг тренировок (выбор программы и отметка ее выполнения) и мониторинг отказа от вредных привычек (цель и ежедневная фиксация успешного выполнения). Структура системы опирается на данные о распространенности и востребованности приложений для здоровья, а также на результаты исследований, в которых цифровые технологии использовались для контроля факторов риска, связанных с питанием и физической активностью. В качестве обоснования отдельного раздела для мониторинга сна использованы данные о связи длительности сна с гемодинамическими показателями у взрослого населения.

Ключевые слова: информационная система, здоровый образ жизни, самоконтроль, питание, сон, тренировки, отказ от вредных привычек, эргономика.

Введение. Разработка информационной системы для планирования и мониторинга концепции личностной программы по повышению приверженности к здоровому образу жизни обоснована тем, что мобильные приложения из категории «здоровье» популярны среди аудитории [1]. Эти приложения либо предоставляют функционал по отслеживанию лишь одной области здорового образа жизни, например только спорт или только питание, либо являются платными для пользователя, что уменьшает доступность для широкой аудитории. Разработанная информационная система объединяет в себе функции по планированию и отслеживанию питания, занятий спортом, режима сна и отказа от вредных привычек, а монетизация осуществляется за счет рекламы внутри приложения от юридических лиц.

Основная часть. Разработка информационной системы обусловлена объединением различного функционала приложений для сбережения здоровья в рамках одной эргономичной системы и широкой доступностью, т.к. приложение бесплатно для пользователя. Разработанная информационная система позиционируется как единый «личностный план» с ежедневным мониторингом, в результате которого пользователь контролирует четыре раздела: режим питания (продукты, калории, макроэлементы), режим сна и его длительность, программу тренировок (возможность выбрать программу и отмечать выполнение), отказ от вредных привычек (выбор цели и ежедневные отметки успешного выполнения).

Результаты поиска показывают, что пользователи чаще всего массово скачивают приложения из группы «Фитнес и здоровый образ жизни», по отдельным позициям в этой группе зафиксировано более 1,2 млрд установок, а суммарно по группе – около 1,256 млрд установок [1]. Следовательно, можно выделить пользовательское требование, что интерфейс должен поддерживать ежедневное «быстрое» действие пользователя и показывать видимый прогресс по повышению приверженности к здоровому образу жизни, в ином случае приложение остается невостребованным.

Логика планирования режима питания, программы тренировок, режима сна и избавления от вредных привычек в системе привязана к режиму дня, прогресс выполнения цели отражается параллельно. Это сделано, чтобы пользователь видел разницу между поставленной

целью мониторинга и реальными действиями и результатами. На рисунке 1 представлены основные функции работы пользователя.

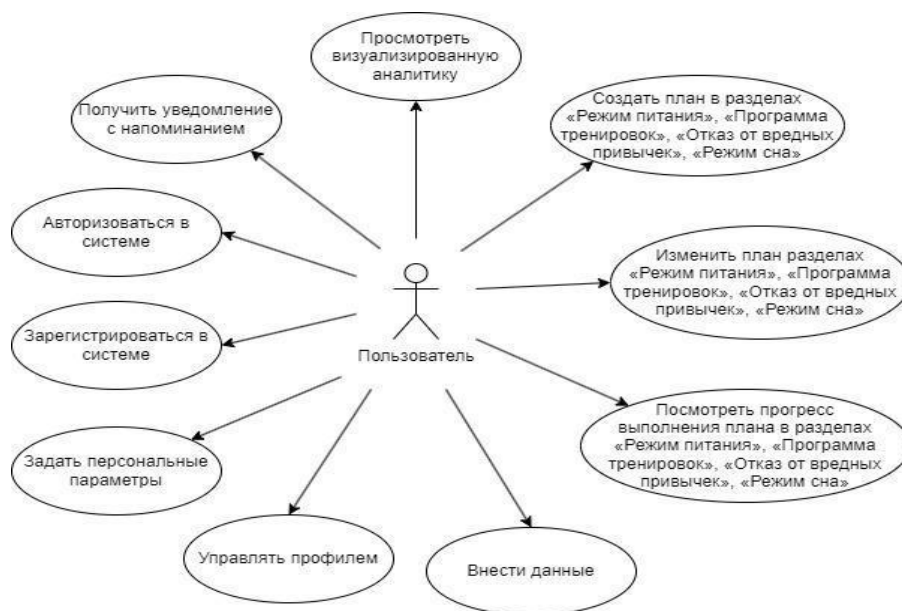


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Для модуля «Режим питания» важен практический опыт контроля с помощью информационных систем пищевого поведения у целевой аудитории без хронических заболеваний. Согласно 6-месячному мониторингу, проведенному среди 38 студентов-медиков с ИМТ >25 кг/м², коррекция питания и физической активности выполнялась через мобильное приложение «Доктор ПМ» без участия медицинских специалистов, по результатам которого у 77,7% участников были скорректированы пищевые привычки [2]. В разрабатываемой информационной системе данные, указываемые пользователем, обрабатываются в виде «дневника питания» с понятными индикаторами (калории, макроэлементы), благодаря чему элементы, имеющие схожее значение, на экране организованы по группам. Также в этом разделе пользователь может корректировать и обновлять меню, рассчитать приблизительное количество калорий и макроэлементов на 100 грамм продукта.

Раздел «Программа тренировок» в системе использует выбранный либо созданный пользователем набор упражнений как повторяющееся расписание и имеет функцию напоминания обязательного контроля и фиксирования выполнения задания, чтобы отслеживать конкретный процент выполненных физических упражнений за неделю. Анализ аналогичных приложений показывает, что фитнес-направление имеет максимальную популярность среди групп приложений для сбережения здоровья [1].

Раздел «Режим сна» в системе построен на основе измеряемых параметров: режим, график и длительность сна, с целью удержания стабильной продолжительности в диапазоне 7-8 часов. Именно такая продолжительность сна оптимальна для улучшения некоторых биологических показателей здоровья человека, согласно новейшим научным исследованиям [3].

Модуль «Отказ от вредных привычек» в системе предусматривает добавление задач по ежедневному контролю – оценке результатов выполнения и статистическом анализе серии дней. При этом отсутствует список привычек как таковых, чтобы не популяризировать информацию о негативных привычках. Пользователь сам выбирает цель по выполнению этого задания в разделе. Это позволяет пользователю с помощью приложения осуществлять ежедневный контроль без акцента на напоминание существующих вредных привычек.

Благодаря многим научным исследованиям, был выявлен факт первоочередной

заинтересованности пользователей в эргономичности интерфейса [4]. Следовательно, в рамках данного проекта очень важно закладывать эргономику и сбор данных (история отметок, пропуски, динамика) как основу для последующей проверки эффективности работы приложения, не заявляя клинический эффект без проведенных валидных исследований.

Эргономика проекта сформирована на основе анализа целевой аудитории. В интерфейсе учтены требования к управляемости и легкости освоения, что повышает понятность работы пользователя с системой [5]. Психологические требования реализованы через предсказуемое поведение элементов и единые принципы выполнения действий. Психофизиологические требования нацелены на уменьшение утомляемости: обеспечены высокий контраст текста и фона, а также применены специализированные цветовые схемы [6].

С технической точки зрения серверная часть информационной системы построена на Node.js в связке с фреймворком Express, хранение данных организовано в MySQL, а клиентская часть реализована на React Native (Expo).

Заключение. Разработанная информационная система, основанная на научных исследованиях в области поддержания здорового образа жизни и современных технологиях, создает понятный ежедневный цикл «план – выполнение – прогресс», способствующий повышению приверженности здоровому образу жизни.

Список литературы

1. Гусев А. В., Ивиш А. А., Владимирский А. В. Российские мобильные приложения для здоровья: систематический поиск в магазинах приложений [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://webiomed.ru/media/publications_files/rossiiskie-mobilnye-prilozhenia-dlia-zdorovia-sistematicheskii-poisk_yJMA3cL.pdf. Дата доступа: 07.02.2026.
2. Калинина А. М., Куликова М. С., Демко В. В., Момент А. В., Шепель Р. Н., Драпкина О. М. Оценка результативности применения цифровых технологий при дистанционном контроле поведенческих факторов риска у студенческой молодежи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2025-4368>. Дата доступа: 07.02.2026.
3. Gafarov V. V., Gromova E. A., Tripelgorn A. N., Gagulin I. V., Sukhanov A. V., Denisova D. V., Gafarova A. V. Associations of self-assessment of sleep quality and duration with hemodynamic parameters among individuals aged 25-44 years [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/profilakticheskaya-medicina/2025/12/1230549482025121083>. Дата доступа: 07.02.2026.
4. Gornyi B. E., Bunova A. S., Kushunina D. V., Kulikova M. S., Kalina A. M., Drapkina O. M. Evaluation of Russian-language mobile applications designed to support smoking cessation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17116/profmed20222507166>. Дата доступа: 07.02.2026.
5. Баканов, А. С. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия / А. С. Баканов, А. А. Обознов. – М.: Институт психологии РАН, 2011. – 176 с.
6. Нильсен, Я. Веб-дизайн: книга Якоба Нильсена / Я. Нильсен, Х. Лоранжер. – СПб.: Символ-Плюс, 2017. – 512 с.

UDC 004.418

INFORMATION SYSTEM FOR PLANNING AND MONITORING THE CONCEPT OF A PERSONAL PROGRAM TO INCREASE COMMITMENT TO A HEALTHY LIFESTYLE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Dolgolyov I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. This article presents the development of an information system that helps users plan and daily manage a personal healthy lifestyle program through four functional modules: nutrition monitoring (food, calories, macronutrients), sleep monitoring (sleep duration and consistency), exercise monitoring (program selection and completion tracking), and habit cessation monitoring (goal setting and daily tracking of successful completion). The system's design is based on data on the prevalence and demand of health apps, as well as the results of studies using digital technologies to monitor risk factors related to nutrition and physical activity. A separate section on sleep monitoring is supported by data on the relationship between sleep duration and hemodynamic parameters in adults.

Keywords: information system, healthy lifestyle, self-control, nutrition, sleep, exercise, quitting bad habits, ergonomics.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ОТХОДОВ В МОСКОВСКОМ РАЙОНЕ

Фролов М.А., Кузьмич Д.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач В.И. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В условиях растущего экологического давления и необходимости перехода к устойчивому управлению отходами особую актуальность приобретает эффективность системы раздельного сбора мусора на локальном уровне. В данной работе проводится комплексное исследование эффективности функционирования системы раздельного сбора отходов в исследуемом районе. Анализируются три ключевых аспекта: физическая доступность контейнерных площадок для сортировки, уровень информированности населения о правилах раздельного сбора и выявление основных практических и социальных проблем, препятствующие успешному внедрению системы. На основе опросов, наблюдений и анализа существующих данных сформулированы конкретные рекомендации по улучшению инфраструктуры, повышению экологической грамотности жителей и совершенствованию взаимодействия между муниципальными органами и населением. Результаты исследования могут служить основой для разработки целевых программ по развитию экологически устойчивых практик в аналогичных городских и районных условиях.

Ключевые слова: отходы, контейнерные площадки, экология, инфраструктура, отходы

Введение. Современное общество сталкивается с растущими экологическими вызовами: увеличением объёмов твёрдых коммунальных отходов, загрязнением почвы и водоёмов, истощением природных ресурсов. В этих условиях эффективность системы раздельного сбора отходов становится ключевым фактором устойчивого развития. В данной работе проводится исследование эффективности функционирования системы раздельного сбора отходов в конкретном районе города, с фокусом на три ключевых аспекта: доступность контейнерных площадок для сортировки, уровень информированности населения о правилах и преимуществах раздельного сбора, а также выявление основных практических и социальных проблем, препятствующих её успешной реализации. Учитывая, что за последние два десятилетия объём бытовых отходов на одного жителя Беларуси вырос с 280 до почти 400 кг в год, а их состав кардинально изменился – резко возросла доля пластика, синтетической упаковки, электроники и токсичных отходов – вопрос переработки и сортировки приобретает стратегическое значение [1]. Раздельный сбор не только снижает нагрузку на полигоны, но и обеспечивает получение вторичного сырья, что способствует экономии природных ресурсов.

Основная часть. Исследование базируется на анализе текущей инфраструктуры, результатах опроса студентов БГУИР и жителей района. За основу мы возьмём Московский район города Минска, а конкретно, Студенческую деревню, а также сравнение нормативных подходов с реальной практикой.

В ходе детального картографического анализа и наблюдений было выявлено, что в непосредственной близости от общежития №4 БГУИР функционирует значительное количество контейнерных площадок для раздельного сбора отходов – их число равно семи. Все указанные на карте точки расположены в пределах шаговой доступности, что создаёт благоприятные условия для активного участия студентов в системе сортировки.

Наиболее близкая к общежитию площадка находится всего в 10–15 метрах – практически у входа, что делает её идеальной для ежедневного использования, но не соответствует требованиям ПВС, а именно, расстояние должно составлять от 20 до 100 по СНиП 2.02.01-2020 [2]. Другие площадки удалены на расстояние от 30 до 80 метров, что также соответствует комфортной пешей доступности даже при загруженном графике или в неблагоприятную

погоду. Некоторые из них расположены вдоль основных пешеходных маршрутов между жилыми зданиями и социально значимыми объектами, что дополнительно способствует их регулярному использованию.

Таким образом, с точки зрения физической доступности система раздельного сбора в районе общежития №4 БГУИР реализована достаточно эффективно: большинство площадок не выходят за рамки комфортного радиуса, а плотность размещения позволяет минимизировать барьеры для сбора мусора.

Мусорные площадки содержатся в чистоте и порядке. Отсутствие разбросанных отходов, целостность контейнеров, отсутствие запахов и накопления мусора вокруг площадок свидетельствует о системной и качественной работе служб по вывозу и утилизации твёрдых коммунальных отходов. Этот факт указывает не только на высокий профессионализм управляющих компаний, обеспечивающих регулярный и своевременный вывоз отходов, но и на развитую экологическую самосознательность местного населения, в частности, студентов и жителей района.

Несмотря на чистоту площадок, не все жители и студенты регулярно сортируют отходы – часть всё ещё смешивает мусор из-за нехватки осведомлённости или привычки. Чистота инфраструктуры не всегда означает осознанное поведение. Расположение мусорных площадок изображено на рисунке 1.

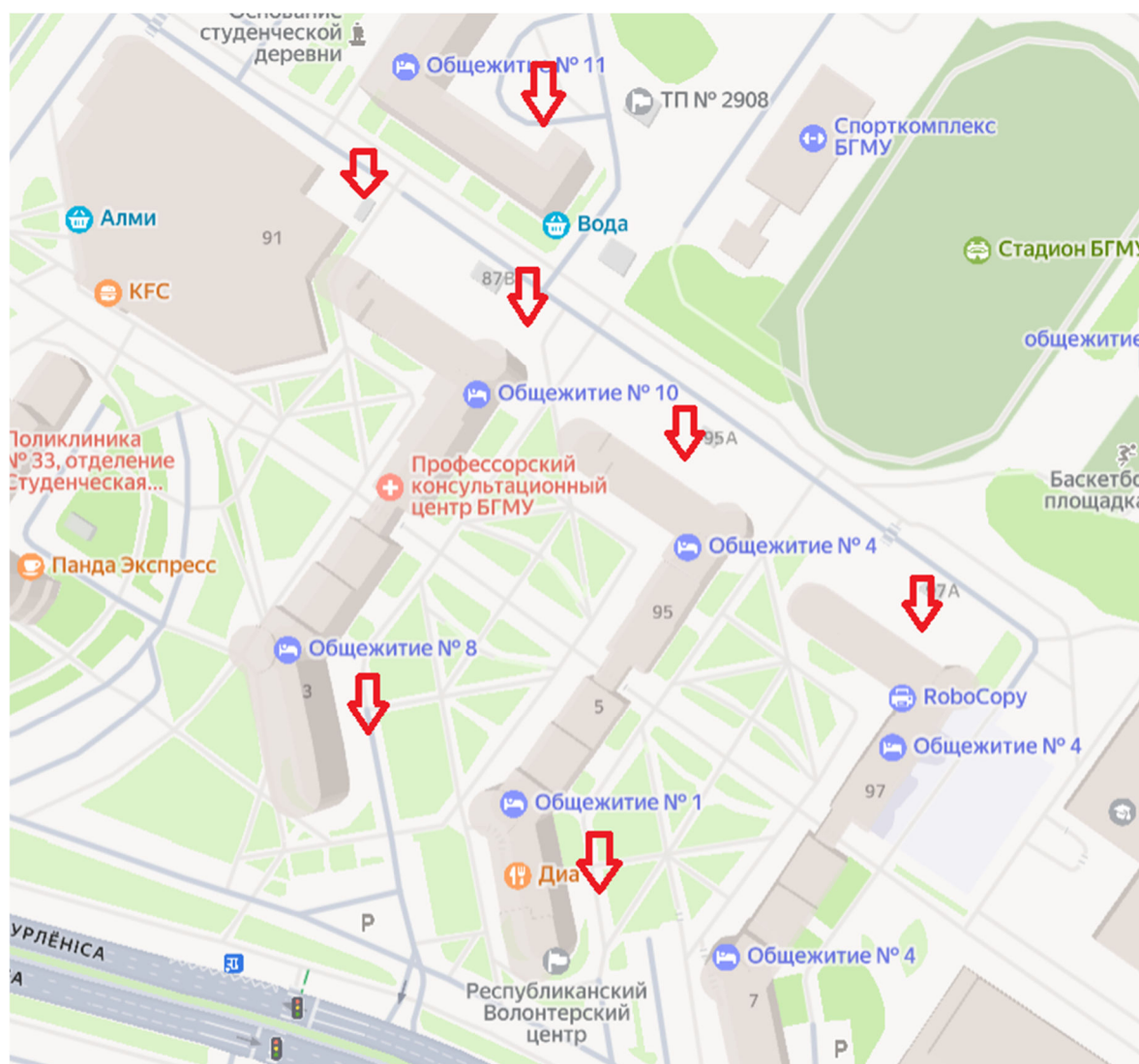


Рисунок 1 – Расположение мусорных площадок

В ходе проведённого опроса было выявлено, что студенты частично придерживаются

практики раздельного сбора отходов. Около 42% студентов регулярно собирают пластиковые бутылки и крышки для последующей переработки. Однако полностью сортировать мусор в условиях общежития они не могут, поскольку в блоках предусмотрена лишь одна общая мусорная ёмкость, и её нельзя загромождать отдельными пакетами для разных видов отходов. Вместе с тем более 60% опрошенных отметили, что в их семьях раздельный сбор мусора является распространённой практикой, что говорит о сформированном экологическом поведении, которое пока не имеет возможности полноценно проявляться в студенческой среде.

Заключение. Одной из ключевых проблем является отсутствие возможности сортировки отходов внутри общежитий: Жилищно-бытовая комиссия требует сбора всего мусора в единые пакеты, что нивелирует усилия студентов и подрывает мотивацию к раздельному сбору. Для решения этой проблемы предлагается: проводить регулярные экологические собрания с участием студентов и администрации для формирования осознанного отношения и выработки совместных инициатив; разработать совместный регламент с ЖБК, позволяющий временно хранить отсортированные отходы в личных ящиках до выноса на общую площадку – с последующим контролем со стороны студенческого самоуправления; Проводить «Неделю сбора мусора», где студенты из личной инициативы проводят соревнования по сбору пластика, и поощрять студентов, например, начислением ОПТ. Проводить конкурс стендов среди студентов, о важности сортировки мусора.

Список литературы

1. Республика Беларусь, Министерство статистики и анализа. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2023: Твёрдые коммунальные отходы [Электронный ресурс] // Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2024. – URL: <https://belstat.gov.by/> (дата обращения: 14.11.2025).

2. Петрович, А. В. Экологическая эффективность раздельного сбора отходов как фактор устойчивого развития городской среды / А. В. Петрович // *Экология и промышленность Беларуси*. – 2023. – № 2(48). – С. 34–39. – ISSN 2307–3942.

UDC 628.46

METAMATERIALS AND THEIR APPLICATION IN ELECTROMAGNETIC WAVE CONTROL

Frolov M.A., Kuzmich D.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Senior Lecturer of the Department

Annotation. Amid growing environmental pressures and the urgent need to transition toward sustainable waste management, the effectiveness of waste sorting systems at the local level has become particularly critical. This study presents a comprehensive analysis of the efficiency of the waste sorting system in the investigated district of Minsk, focusing on three key aspects: the physical accessibility of waste collection points, the level of public awareness regarding sorting rules, and the identification of major practical and social barriers hindering successful implementation. Based on surveys, field observations, and analysis of existing data, specific recommendations are proposed to improve infrastructure, enhance environmental literacy among residents, and strengthen collaboration between municipal authorities and the public. The findings of this research can serve as a foundation for developing targeted programs to promote environmentally sustainable practices in similar urban and residential areas.

Keywords: garbage, container sites, ecology, infrastructure, waste.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВМЕСТНЫХ ФОТОАЛЬБОМОВ

Глушко А.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель
кафедры ИПиЭ*

Аннотация. Исследованы подходы к построению микросервисной архитектуры веб-приложения для создания совместных фотоальбомов. Рассмотрены особенности применения гибридной модели, сочетающей реактивные и синхронные (блокирующие) компоненты для разделения ответственности между слоями системы. Предложена архитектурная схема с централизованной аутентификацией и изоляцией микросервисов, где доменная логика отделена от механизмов безопасности. Продемонстрированы преимущества предложенной архитектуры.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, реактивное программирование, Spring WebFlux, Spring Cloud Gateway, Netflix Eureka, Service Discovery, JWT, объектное хранилище, SeaweedFS

Введение. Рост популярности сервисов для совместной работы с медиаконтентом требует систем, способных обрабатывать тысячи параллельных соединений при загрузке тяжёлых данных. Традиционные синхронные архитектуры (Thread-per-request) при таких нагрузках сталкиваются с проблемой исчерпания пула потоков [1]. Основная сложность заключается в поиске баланса: необходимо обеспечить быструю авторизацию каждого запроса и эффективную передачу данных, не перегружая внутреннюю бизнес-логику.

Целью данной работы является исследование гибридной микросервисной модели, где реактивный сервис системы берёт на себя функции безопасности и управления трафиком, а синхронные (блокирующие) сервисы отвечают за сложную доменную логику.

Основная часть. Выбор архитектуры серверной части веб-приложения для создания совместных фотоальбомов состоял из классической монолитной и современной микросервисной архитектуры. При проектировании систем, работающих с большим объемом бинарных данных и множеством одновременных пользовательских сессий, данные подходы демонстрируют принципиально разные показатели производительности и масштабируемости.

Монолитная архитектура предполагает объединение логики управления пользователями, обработки альбомов и модулей загрузки контента в рамках единого процесса. Несмотря на простоту разработки на начальных этапах, такая структура затрудняет независимое масштабирование наиболее нагруженных узлов. Микросервисная архитектура, напротив, позволяет выделить критически важные компоненты в изолированные сервисы, что обеспечивает гибкость в выборе стека технологий для каждой конкретной задачи [2].

Сравнив указанные подходы, выбор был сделан в пользу микросервисной архитектуры, реализованной в виде трех функциональных модулей: двух сервисов с блокирующим вызовом (управление пользователями и управление альбомами) и реактивного API-шлюза, который одновременно является центром аутентификации. Данная декомпозиция позволяет изолировать доменную логику от механизмов обеспечения безопасности и маршрутизации трафика.

Центральным звеном архитектуры является реактивный API-шлюз, совмещающий в себе функции единой точки входа и единого центра аутентификации. Реактивный API-шлюз реализован на базе Spring Cloud Gateway с использованием фреймворка Spring WebFlux, который построен на принципах реактивного программирования и использует неблокирующий I/O. Это позволяет обрабатывать большое количество одновременных

соединений с минимальным потреблением ресурсов потоков. Остальные микросервисы реализованы на базе Spring MVC, что соответствует их назначению: синхронная блокирующая модель упрощает разработку сложной бизнес-логики и естественно интегрируется с реляционными базами данных. Таким образом, реактивность сосредоточена на уровне шлюза, где она даёт наибольший эффект при обработке входящего потока запросов.

Сервисы с блокирующим вызовом настроены на доверие исключительно токенам, выпущенным централизованной подсистемой авторизации API-шлюза. Прямое взаимодействие между ними без участия этой подсистемы блокируется, что исключает риск компрометации данных при несанкционированном доступе к одному из внутренних узлов.

Важной особенностью спроектированной архитектуры является использование паттерна Service Discovery, реализованного на базе Netflix Eureka. В условиях динамического масштабирования, когда экземпляры сервисов могут менять свои сетевые адреса, Eureka выступает в роли центрального реестра. Это позволяет API-шлюзу автоматически обнаруживать доступные узлы сервисов пользователей и альбомов, обеспечивая балансировку нагрузки и высокую отказоустойчивость системы без необходимости жесткой привязки IP-адресов в конфигурации.

Для оптимизации работы с медиаконтентом в системе реализовано разделение потоков управления и потоков данных. Вместо ресурсоемкого хранения изображений в базе данных используется S3-совместимое объектное хранилище SeaweedFS.

Хотя само хранилище отдает файлы по прямым идентификаторам, эти идентификаторы представляют собой высокоэнтропийные непредсказуемые последовательности – UUID, а получение списка таких идентификаторов возможно только через API-шлюз после успешной верификации JWT-токена. Таким образом, даже при наличии публичного эндпоинта хранилища, злоумышленник не может получить доступ к медиаконтенту, поскольку база данных, где сопоставлены данные пользователя и ссылки на медиаконтент, надежно защищены шлюзом с JWT. Также необходимо упомянуть, что благодаря тому, что API-шлюз при обработке запроса возвращает фронтенд-приложению прямые идентификаторы на объекты в бакетах S3-совместимого хранилища, нагрузка по передаче бинарного трафика с серверной части значительно снижается: фронтенд самостоятельно подтягивает изображения из хранилища, используя полученные адреса.

Архитектурная схема с централизованной аутентификацией и изоляцией микросервисов представлена на рисунке 1.

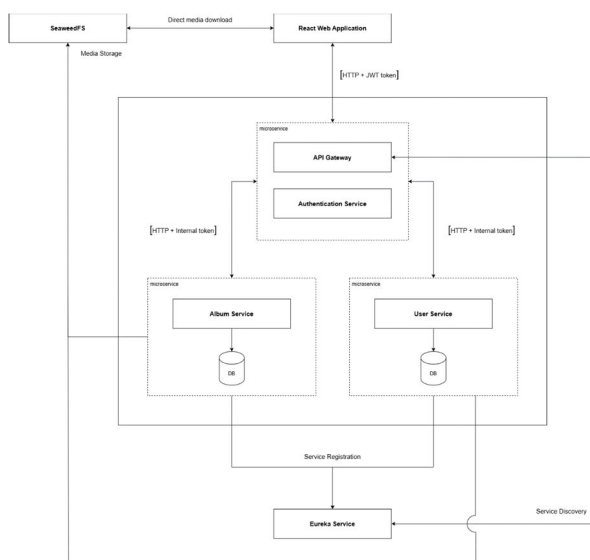


Рисунок 1 – Структурная схема веб-приложения для создания совместных фотоальбомов

Предложенная архитектура демонстрирует следующие преимущества:

1 повышенная безопасность: изоляция микросервисов с использованием внутренних токенов предотвращает цепочечную компрометацию системы при атаке на отдельный узел. По данным IBM, среднее время локализации инцидента на рынке составляет 75 дней – архитектурная изоляция позволяет сократить этот срок за счёт мгновенного отключения скомпрометированного сервиса без остановки всей системы [3].

2 гибкость масштабирования компонентов системы: каждый микросервис может развиваться независимо от других. По данным Global Market Insights, 86% организаций отмечают, что микросервисы действительно улучшают масштабируемость систем [4].

3 снижение деградации БД: вынос медиаконтента в S3-хранилище предотвращает раздувание страниц данных и индексов. Хранение объектов >1 МБ вне БД исключает загрязнение буферного пула крупными бинарными данными, сохраняя высокую скорость выполнения транзакционных запросов [5].

Заключение. В рамках данной работы исследована гибридная микросервисная архитектура веб-приложения для создания совместных фотоальбомов. Предложенная архитектура системы включает реактивный API-шлюз на базе Spring Cloud Gateway и два сервиса с блокирующим вызовом на Spring MVC, обеспечивающих управление пользователями и фотоальбомами.

Применение паттерна Service Discovery на базе Netflix Eureka обеспечивает динамическое обнаружение сервисов и автоматическую балансировку нагрузки. Централизация логики безопасности в API-шлюзе позволяет единообразно управлять аутентификацией для всех компонентов системы.

Гибридный подход подтверждает возможность оптимального сочетания реактивного программирования для задач маршрутизации и аутентификации с синхронной моделью для реализации сложной доменной логики.

Список литературы

1. *Why Reactive? Thread per Request vs. Reactive Programming Model (Eventloop)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/walmartglobaltech/thread-per-request-vs-7bf1f22f590>. – Дата доступа: 09.02.2026.
2. *Monolith to Microservices. Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith* / S. Newman – Sebastopol : O'Reilly Media, Inc., 2019. – 255 p. – ISBN 978-1-492-04784-1.
3. *Monoliths to Microservices: 4 Modernization Best Practices* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xfunction.com/blog/monoliths-to-microservices-4-modernization-best-practices/>. – Дата доступа: 20.02.2026.
4. *Cloud Microservices Market Size & Share 2025 – 2034* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/cloud-microservices-market>. – Дата доступа: 20.02.2026.
5. *To BLOB or Not To BLOB: Large Object Storage in a Database or a Filesystem* / Russell Sears / Catharine van Ingen / Jim Gray – Microsoft Corporation, 2006. – 11 p.

UDC 004.774:347.783

FEATURES OF BUILDING A MICROSERVICE ARCHITECTURE FOR A COLLABORATIVE PHOTO ALBUMS WEB APPLICATION

Hlushko H.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. - master of engineering and technology, senior lecturer of the Department of EPE

Annotation. Approaches to building a microservice architecture for a collaborative photo albums web application have been studied. The features of applying a hybrid model that combines reactive and synchronous components to separate responsibilities between system layers are considered. An architectural scheme with centralized authentication and microservice isolation is proposed, where domain logic is separated from security mechanisms. The advantages of the proposed architecture are demonstrated.

Keywords: microservice architecture, reactive programming, Spring WebFlux, Spring Cloud Gateway, Netflix Eureka, Service Discovery, JWT, object storage, SeaweedFS

УДК 004.774:35.087.44 (476)

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТРАХОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА БАЗЕ SPRING FRAMEWORK

Говиша Ю.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки веб-приложения для автоматизации контроля страховых обязательств на предприятиях Республики Беларусь. Целью разработки является создание специализированной системы для учета договоров страхования сотрудников и имущества, мониторинга сроков их действия, расчета страховых удержаний и формирования отчетности. Проведен анализ предметной области и существующих аналогов, на основе которого сформулированы функциональные требования и выделены роли пользователей (администратор, страховой агент, сотрудник). Описана модульная структура приложения. Разработка выполнена с использованием языка Java, фреймворка Spring, библиотеки React и СУБД MySQL. Разработанное решение позволяет повысить эффективность управления страховыми процессами и снизить риски, связанные с несвоевременным продлением договоров.

Ключевые слова: веб-приложение, контроль страхования, страховые договоры, Java, Spring Framework, React, MySQL.

Введение. Современные организации сталкиваются с необходимостью контроля выполнения требований, установленных законодательством Республики Беларусь в отношении объектов страхования. Страхование – это защита от рисков, связанных с имущественными интересами страхователя, осуществляемая страховщиком за вознаграждение [1]. В соответствии с законодательством основной функцией страхования является обеспечение финансовой защиты имущественных интересов, жизни и здоровья страхователей при наступлении различного рода неблагоприятных событий [2].

В деятельности организаций страхование является одним из важнейших элементов системы управления охраной труда и безопасностью. Необходимость разработки специализированного веб-приложения, обеспечивающего контроль страховых обязательств, обусловлена тем, что процессы учета страхования включают значительный объем данных, множество взаимосвязанных участников и требуют постоянного мониторинга сроков действия договоров. Разработка и внедрение специализированного веб-приложения для контроля страхования на предприятиях Республики Беларусь позволит обеспечить централизованное хранение данных, автоматический мониторинг сроков действия договоров, прозрачный расчет страховых удержаний и удобный интерфейс для всех участников процесса.

Основная часть. В условиях цифровизации управленческих процессов предприятия Республики Беларусь используют различные программные решения для автоматизации бухгалтерского учета, кадрового администрирования, документооборота и финансового контроля. Вместе с тем специализированные информационные системы, ориентированные именно на контроль страховых обязательств работников и объектов страхования внутри предприятия, представлены ограниченно.

Для выявления степени автоматизации процессов учета страхования на предприятиях проведен анализ существующих программных продуктов, применяемых в Республике Беларусь. В качестве аналогов рассмотрены:

- Галактика ERP;
- 1С:Зарплата и управление персоналом 8 ПРОФ для Беларуси;
- BRG: Страховая компания 8.3 КОП для Беларуси.

Анализ существующих программных решений показал, что представленные на рынке информационные системы либо ориентированы на комплексную автоматизацию предприятия, либо предназначены для расчета заработной платы и страховых взносов, либо используются страховыми компаниями. Ни одна из рассмотренных систем не обеспечивает специализированного комплексного контроля страховых обязательств предприятия в рамках единой информационной среды, адаптированной под внутренние процессы организации.

В разрабатываемом веб-приложении предполагается функционирование трех основных категорий пользователей: сотрудник, страховой агент и администратор. Каждая из указанных ролей имеет свои особенности функций в зависимости от информационных потребностей. Каждая из ролей обладает строго определенным набором полномочий, реализуемых посредством механизма разграничения прав доступа. Роли пользователей системы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Роли пользователей системы

Роль	Описание
Администратор	Обеспечивает функционирование системы на уровне всех организаций и отвечает за корректность ее настройки. обладает расширенными правами доступа и обеспечивает соблюдение требований безопасности и функционирование системы в целом
Страховой агент	Осуществляет контроль страхования в пределах конкретной организации. Его деятельность связана с обработкой заявок сотрудников, оформлением договоров и формированием отчетности. Он выступает связующим звеном между сотрудниками и системой администрирования страхования
Сотрудник	Является застрахованным лицом и непосредственным участником процесса страхования в рамках своей организации. Взаимодействует с системой для решения личных страховых вопросов: просмотра личных договоров, подачу заявок на страхование, контроль удержаний из заработной платы

Для удовлетворения информационных потребностей всех типов пользователей веб-приложения, необходимо выделить следующие модули в его структуре:

1 Модуль аутентификации, авторизации и управления пользователями. Обеспечивает идентификацию пользователей, разграничение прав доступа на основе ролей, а также функции управления учетными записями.

2 Модуль управления организациями. Реализует функционал по созданию и редактированию карточек организаций-клиентов, назначению страховых агентов и учету принадлежности сотрудников.

3 Модуль управления объектами страхования. Предназначен для ведения реестра объектов, подлежащих страхованию, и отслеживания их текущего страхового статуса.

4 Модуль управления сотрудниками. Предназначен для контроля сотрудников организации и их статусов страхования.

5 Модуль управления тарифами. Служит для настройки и актуализации базы страховых продуктов, включая возможность их добавления, изменения параметров и архивации.

6 Модуль обработки заявок. Обеспечивает полный жизненный цикл заявок: их создание, обработку, изменение статуса и хранение истории.

7 Модуль управления договорами. Является центральным модулем системы. Он отвечает за создание договоров на основе одобренных заявок, прямое создание агентом, управление сроками их действия, продление, а также изменение статусов в зависимости от даты.

8 Модуль расчета удержаний. Автоматизирует процесс формирования данных о ежемесячных платежах по каждому действующему договору.

9 Модуль отчетности и уведомлений. Обеспечивает генерацию отчетов по заданным шаблонам и информирование пользователей о наступлении значимых событий через уведомления.

В качестве технологической основы для реализации выбран язык Java и фреймворк Spring. Spring – это фреймворк с открытым исходным кодом для языка программирования Java. Он был создан для упрощения разработки и поддержки масштабируемых, слабосвязанных и

повторно используемых приложений [3]. Для хранения данных используется MySQL – одна из наиболее используемых систем управления базами данных. MySQL управляет реляционными базами данных, то есть такими, в которых таблицы связаны между собой [4]. Обеспечивает поддержку транзакций, целостность данных и масштабируемость. Широко используется в веб-разработке и хорошо интегрируется с Java-приложениями. Пользовательский интерфейс разработан с помощью React – библиотеки для языка программирования JavaScript с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов, Она помогает быстро и легко реализовать реактивность – явление, когда в ответ на изменение одного элемента меняется все остальное [5].

Закключение. В рамках данной работы разработано веб-приложение для контроля страхования на предприятиях Республики Беларусь на базе Spring Framework. Веб-приложение ориентировано непосредственно на внутренние процессы предприятия и обеспечивает комплексный контроль страховых обязательств в рамках единой специализированной системы. Централизованное хранение данных, автоматический мониторинг сроков действия договоров и механизм уведомлений повышают надежность страхового контроля и снижают административные риски. Внедрение подобной системы на предприятиях Республики Беларусь позволит повысить эффективность управления страховыми обязательствами, минимизировать финансовые и административные риски.

Список литературы

1. Что такое страхование? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fingramota.by/ru/guide/insurance-and-taxes/what-is-insurance?sight=true>. Дата доступа: 22.02.2026.
2. Бизнес-план развития ЗАО «СК «ЕВРОИНС» на 2024-2026 годы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://euroins.by/ru/file/Business-plan%202024-2026.pdf>. Дата доступа: 22.02.2026.
3. Spring [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/spring/>. Дата доступа: 24.02.2026.
4. Что такое MySQL [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://help.reg.ru/support/hosting/bazy-dannykh/chto-takoye-mysql#0>. Дата доступа: 25.02.2026.
5. React. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/react/>. Дата доступа: 25.02.2026.

UDC 004.774:35.087.44 (476)

WEB APPLICATION FOR INSURANCE CONTROL IN ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS BASED ON THE SPRING FRAMEWORK

Housha Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article discusses the process of developing a web application to automate the control of insurance obligations at enterprises of the Republic of Belarus. The purpose of the development is to create a specialized system for accounting for insurance contracts of employees and property, monitoring their validity periods, calculating insurance deductions, and generating reports. An analysis of the subject area and existing analogues was carried out, based on which functional requirements were formulated and user roles (administrator, insurance agent, employee) were identified. The modular structure of the application is described. The development is done using Java, the Spring framework, the React library, and the MySQL DBMS. The developed solution makes it possible to increase the efficiency of insurance process management and reduce the risks associated with late renewal of contracts.

Keywords: web application, insurance control, insurance contracts, Spring Framework, Java, React, MySQL.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Иванчик А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена разработка информационной системы тестирования и оценки познавательных процессов с функцией анализа данных об уровне когнитивной нагрузки в процессе диагностики. Оценка когнитивной нагрузки реализована на основе метода субъективной оценки рабочей нагрузки NASA Task Load Index (NASA-TLX) с адаптацией к образовательной среде. Реализация системы позволяет проводить статистический анализ взаимосвязи между результатами тестирования и показателями внутренней и внешней нагрузки.

Ключевые слова: веб-платформа, внутренняя когнитивная нагрузка, внешняя когнитивная нагрузка, NASA-TLX, JavaScript, React, Express.js, PostgreSQL.

Введение. Изучение познавательных процессов в совокупности с данными о когнитивной нагрузке позволяют делать более точной оценку когнитивных процессов, а также определять подходы к оптимизации процесса обучения: предотвращать умственное переутомление, снижать количество ошибок и повышать эффективность усвоения знаний.

Разработанная система представляет собой веб-платформу, в которой студенты взаимодействуют как с тестами внутри системы, так и с внешними, доступ к которым осуществляется по ссылке. После прохождения теста, студент оценивает уровень когнитивной нагрузки и при необходимости оставляет комментарий. Сбор и анализ этих данных позволяет выявлять закономерности между результатами выполнения тестов и уровнем субъективной когнитивной нагрузки, а также исследовать влияние различных факторов на успешность выполнения заданий.

Основная часть. При разработке структуры информационной системы тестирования и оценки познавательных процессов учитывались положения теории когнитивной нагрузки: в процессе выполнения учебных заданий на учащегося действуют различные типы когнитивной нагрузки, влияющие на эффективность восприятия и обработки информации [1].

Выделяют три типа когнитивной нагрузки: внутренняя, внешняя (посторонняя) и релевантная (умственная). В контексте разрабатываемой системы имеют большее значение внутренняя и внешняя когнитивная нагрузка. Внутренняя когнитивная нагрузка характеризуется сложностью самого задания и зависит от количества элементов информации и степени их взаимосвязанности [2]. Внешняя когнитивная нагрузка относится к нагрузке, создаваемой способом представления информации (перегруженность экрана, не интуитивная навигация, неоднозначность формулировок инструкций и т.д.) и может оказывать дополнительное влияние на результаты выполнения теста [3].

В рамках разрабатываемой информационной системы реализуется модель сбора субъективной оценки когнитивной нагрузки, основанный на шкальном анкетировании после прохождения теста. Разработанный на основе методики NASA-TLX опросник предусматривает измерение воспринимаемой сложности деятельности по нескольким параметрам. В отличие от классической версии методики, в разрабатываемой системе структура шкал адаптирована к задачам оценки и тестирования познавательных процессов и разграничения внутренней и внешней когнитивной нагрузки.

Для реализации информационной системы тестирования и оценки познавательных процессов был выбран стек веб-технологий, включающий React, JavaScript, Express.js и

PostgreSQL. Данный набор обусловлен требованиями к интерактивности интерфейса, масштабируемостью системы, надежности хранения данных и удобству последующего анализа результатов. В качестве технологии разработки пользовательского интерфейса выбран фреймворк React, основанный на языке JavaScript. React позволяет реализовать динамическое отображение тестов и форм анкетирования без перезагрузки страницы, а JavaScript обеспечивает обработку пользовательских действий и взаимодействие с серверной частью посредством HTTP-запросов [4]. Серверная часть реализована на платформе Node.js с использованием фреймворка Express.js. Данный выбор обусловлен возможностью использования единого языка как для клиентской части, так и для серверной, а также эффективной обработки асинхронных запросов. Сервер обеспечивает обработку результатов тестирования, вычисление показателей внутренней и внешней когнитивной нагрузки и передачу данных для последующего анализа [5]. В качестве системы управления базами данных используется PostgreSQL, обеспечивающая надежное хранение информации и поддержку сложных аналитических запросов. Применение реляционной модели данных позволяет структурировать результаты тестирования и показатели когнитивной нагрузки, что создает основу для их статистической обработки, построения аналитических моделей и выявления зависимостей между показателями тестирования и когнитивной нагрузкой [6].

Заключение. Разработанная информационная система позволяет выявить субъективную когнитивную нагрузку, сопоставляя её с результатами тестов. Использование шкального анкетирования, адаптированного по методике NASA-TLX, обеспечивает оценку внутренней и внешней нагрузки. Применение стека React, JavaScript, Express.js и PostgreSQL обеспечивает интерактивность интерфейса, надежное хранение данных и возможность статистической обработки. Система позволяет выявлять закономерности между характеристиками тестов и уровнем когнитивной нагрузки, создавая основу для анализа и построения моделей образовательного процесса.

Список литературы

1. Теория когнитивной нагрузки: ограничения человеческой памяти, влияющие на учебный процесс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lala.lanbook.com/teoriya-kognitivnoj-nagruzki>. Дата доступа: 24.02.2026
2. Путеводитель по когнитивной перегрузке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/894788/>. Дата доступа: 24.02.2026
3. Теория когнитивной нагрузки: почему в обучении «большее» не значит «лучшее» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/education/teoriya-kognitivnoy-nagruzki-pochemu-v-obuchanii-bolshe-ne-znachit-luchshe/>. Дата доступа: 24.02.2026
4. React documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://react.dev/>. Дата доступа: 24.02.2026
5. Веб-фреймворк Express (Node.js/JavaScript) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn_web_development/Extensions/Server-side/Express_Nodejs/. Дата доступа: 24.02.2026
6. PostgreSQL Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>. Дата доступа: 24.02.2026

UDC 331.101.1:[004.774.6:37.091.212.5-057.875]

AN INFORMATION SYSTEM FOR TESTING AND ASSESSING COGNITIVE PROCESSES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Ivanchyk A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Department Karpovich E.B. – Senior Lecturer of the Department of IPiE

Annotation. The work presents the development of an information system for testing and assessing cognitive processes with the ability to analyze cognitive load data during the diagnostic process. Cognitive load assessment is based on the NASA Task Load Index (NASA-TLX) subjective workload assessment method, adapted to the educational environment. The system enables statistical analysis of the relationship between test results and intrinsic and extrinsic load indicators.

Keywords: web platform, internal cognitive load, external cognitive load, NASA-TLX, JavaScript, React, Express.js, PostgreSQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОТРУДНИКОВ И ОЦЕНКИ РИСКА ВЫГОРАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Изотова А.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассматривается актуальность разработки веб-приложения для мониторинга психологического состояния сотрудников и оценки риска профессионального выгорания. Описывается архитектура созданного веб-приложения на основе микросервисного подхода, клиент-серверного взаимодействия и использования нейросетевых алгоритмов.

Ключевые слова: веб-приложение, мониторинг психологического состояния, профессиональное выгорание, нейросетевые алгоритмы, Python, PostgreSQL

Введение. В условиях современной экономики ключевым фактором успеха организаций становится эффективное управление человеческими ресурсами. Одним из существенных аспектов этого управления является поддержание психологического благополучия сотрудников. Наличие специализированного инструмента для мониторинга психологического состояния сотрудников позволяет организации перейти от реактивного к проактивному управлению: руководство получает возможность своевременно выявлять потенциальные риски и принимать превентивные меры. Это может выражаться в корректировке нагрузки, перераспределении задач, организации психологической помощи или изменении условий труда.

Основная часть. Разрабатываемое веб-приложение для мониторинга психологического состояния сотрудников и оценки риска профессионального выгорания реализуется как централизованная клиент-серверная информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку и аналитическую интерпретацию психоэмоциональных данных.

Программная архитектура построена по модульному принципу с логическим разделением на клиентскую часть, серверную часть, аналитический модуль (нейросетевой компонент) и подсистему хранения данных. Взаимодействие между компонентами осуществляется посредством REST API с использованием формата передачи данных JSON. Такое построение обеспечивает независимость клиентского интерфейса от серверной логики и позволяет масштабировать систему без изменения архитектурных принципов [1, 2].

В качестве технологической основы используется стек, включающий язык программирования Python для реализации серверной логики и аналитических модулей и JavaScript для разработки клиентской части. Python обеспечивает реализацию нейросетевых алгоритмов и масштабируемость системы, так как имеет большое количество библиотек и фреймворков, которые помогают в создании ML-моделей, а JavaScript позволяет создать интерактивный веб-интерфейс [3].

Клиентская часть реализована на основе HTML и JavaScript и предназначена для организации пользовательского взаимодействия с системой через веб-интерфейс. Она обеспечивает ввод данных, отображение результатов тестирования, уведомлений, визуализацию динамики состояния сотрудников, а также доступ к персональным рекомендациям. Интерфейс адаптирован к различным ролям пользователей и формирует рабочие пространства для сотрудника, психолога, руководителя и администратора [4].

Серверная часть реализована с использованием фреймворка FastAPI и отвечает за обработку запросов пользователей, управление логикой бизнес-процессов, формирование аналитических отчетов и взаимодействие с нейросетевым модулем. Серверный уровень выполняет функции маршрутизации запросов, проверки корректности входных данных, управления доступом и обеспечения безопасности обмена информацией [5].

Подсистема хранения данных реализована на базе СУБД PostgreSQL. В базе данных хранятся учетные записи пользователей, результаты анкетирования и тестирования, история изменений показателей, параметры расчета индексов риска, журналы событий и сформированные аналитические отчеты. Структура базы данных спроектирована с учетом нормализации данных, обеспечения целостности и возможности расширения [6].

Аналитический модуль на базе предобученной языковой модели Llama-3.1-8b-instant выполняет классификацию состояний, прогнозирование риска выгорания, анализ факторов влияния и генерацию рекомендаций. Взаимодействие между серверной частью и нейросетевым компонентом осуществляется через внутренний программный интерфейс.

Структурная схема веб-приложения для мониторинга психологического состояния сотрудников и оценки риска профессионального выгорания представлена на рисунке 1.

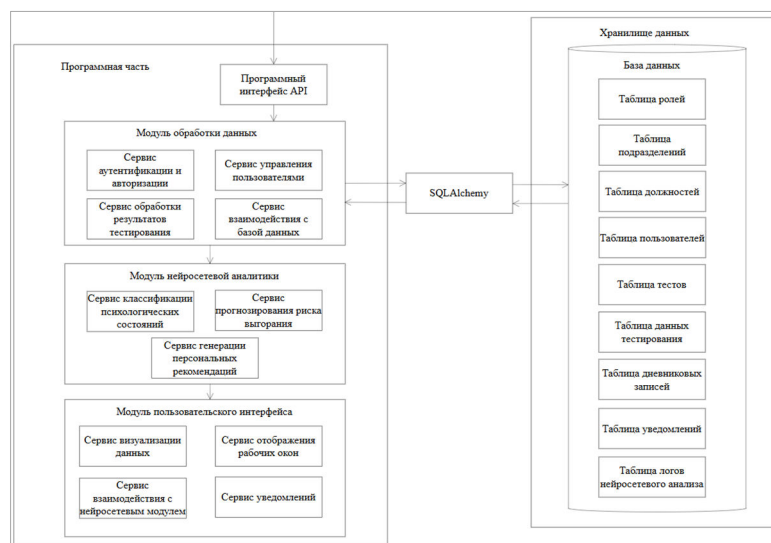


Рисунок 1 – Структурная схема веб-приложения

Алгоритм работы системы реализует событийно-ориентированную модель взаимодействия, при которой выполнение большинства операций инициируется действиями пользователя через веб-интерфейс. При этом часть процессов выполняется синхронно в режиме реального времени, а часть – асинхронно в фоновом режиме, что обеспечивает баланс между интерактивностью интерфейса и вычислительной нагрузкой.

Начальным этапом является обращение пользователя к веб-интерфейсу. При первом использовании выполняется регистрация. На серверной стороне происходит валидация информации и создается учетная запись. При успешной аутентификации формируется сессионный токен доступа для последующих запросов. После прохождения авторизации пользователь получает доступ к функционалу, соответствующему его роли в системе.

Для пользователя с ролью «Сотрудник» основной алгоритм работы связан с прохождением психодиагностических опросов, ведением дневника состояния и получением персонализированных рекомендаций. При назначении тестирования сотруднику формируется уведомление, отображаемое в интерфейсе. По завершении тестирования активируется алгоритм автоматического расчета интегральных показателей, включая уровень стресса, эмоционального истощения и риск профессионального выгорания.

Расчет показателей осуществляется на основе формализованных шкал и весовых коэффициентов, соответствующих выбранной методике. При необходимости дополнительно инициируется вызов нейросетевого модуля для анализа текстовых ответов и описаний эмоционального состояния. Нейросетевая модель выполняет классификацию состояния сотрудника, выявляет эмоциональные маркеры и формирует обобщенный индекс риска. Результаты вычислений сохраняются в базе данных. В рамках ведения дневника состояния сотрудник может регулярно фиксировать оценку самочувствия и эмоционального фона. Нейросетевая обработка позволяет выявлять устойчивые негативные тенденции, изменения

эмоционального окраса и потенциальные признаки дестабилизации. Алгоритм формирования рекомендаций осуществляется через анализ текущих показателей, а нейросетевая модель генерирует текст рекомендаций с учетом особенностей сотрудника.

Для пользователя с ролью «Психолог» алгоритм работы включает получение агрегированной и индивидуальной информации о сотрудниках. Система формирует сводку, содержащую динамику показателей и результаты классификации состояния. При выявлении критических значений приходит уведомление о необходимости вмешательства. Психолог может назначить тестирование, индивидуальные меры или оповестить руководителя. Алгоритм аналитической обработки данных предусматривает построение графиков динамики показателей во времени. Для этого осуществляется выборка данных из базы, их сортировка по временной шкале и расчет производных характеристик.

Руководитель организации взаимодействует с системой на уровне аналитики. Алгоритм работы в данном случае включает выбор подразделения, формирование статистических показателей и определение общего уровня риска выгорания в коллективе. Система осуществляет анонимизацию персональных данных. Руководитель может инициировать запрос рекомендаций стратегического характера, основанных на выявленных тенденциях.

Администратор системы осуществляет управление пользователями и контроль корректности функционирования информационной системы.

Заключение. Разработанное веб-приложение для мониторинга психологического состояния сотрудников и оценки риска профессионального выгорания представляет собой централизованную клиент-серверную систему, обеспечивающую сбор, хранение и интеллектуальную обработку психоэмоциональных данных персонала организации. Таким образом, разработанное веб-приложение позволяет организациям перейти от реактивного к проактивному управлению человеческими ресурсами за счет своевременного выявления потенциальных рисков и принятия превентивных мер, что способствует поддержанию психологического благополучия персонала и повышению эффективности труда.

Список литературы

1. REST API – Документация. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.cs-cart.ru/latest/developer_guide/api/.
2. JSON encoder and decoder. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.python.org/3/library/json.html>.
3. 5 лучших языков программирования для создания нейросетей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tproger.ru/articles/5-luchshih-yazykov-programirovaniya-dlya-sozdaniya-nejrosetej-253661>.
4. Справочник по HTML. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://htmlbook.ru/html>.
5. FastAPI Tutorial. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rhkina.gitlab.io/fastapi/>.
6. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org>.

UDC 004.774:159.944-047.36

WEB APPLICATION FOR MONITORING THE PSYCHOLOGICAL STATE OF EMPLOYEES AND ASSESSING BURNOUT RISK USING NEURAL NETWORK ALGORITHMS

Izotova A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article discusses the relevance of developing a web application for monitoring the psychological state of employees and assessing the risk of professional burnout. The architecture of the created web application based on a microservice approach, client-server interaction, and the use of neural network algorithms is described.

Keywords: web application, psychological state monitoring, professional burnout, neural network algorithms, Python, PostgreSQL

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «КАЛЕНДАРЬ ВРАЧЕБНЫХ НАЗНАЧЕНИЙ»

Хоружик Е. В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Статья посвящена разработке веб-приложения «Календарь врачебных назначений», направленного на повышение приверженности пациентов лечению за счёт автоматизации процессов создания, доведения до пациента и контроля выполнения врачебных назначений. Проведен анализ предметной области, рассмотрены существующие аналоги, выявлены их недостатки. На основе исследования сформулированы функциональные возможности и эргономические требования к разрабатываемой системе.

Ключевые слова: веб-приложение, медицинская информационная система, врачебные назначения, лечение, эргономическое проектирование

Введение. В современном здравоохранении качество лечения в значительной мере определяется тем, насколько точно пациент следует врачебным назначениям. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, в развитых странах лишь 50 % пациентов с хроническими заболеваниями придерживаются терапии, что приводит к ухудшению состояния здоровья, развитию осложнений и смертям [1]. Бумажные назначения неразборчивы, легко теряются, а совмещение нескольких схем лечения превращается в сложную, подверженную ошибкам задачу. Существующие цифровые решения решают эти проблемы лишь частично, что подтверждает актуальность разработки веб-приложения, объединяющего всех участников лечебного процесса. Учитывая специфику пользователей (медицинские работники с высокой нагрузкой, пациенты разного возраста и уровня цифровой грамотности), особое значение имеет эргономическое обеспечение системы.

Основная часть. Анализ существующих цифровых решений выявил две основные категории информационных систем.

К первой категории относятся медицинские информационные системы (МИС), ориентированные на автоматизацию работы учреждений. Например, российская система МЕДМИС предоставляет широкий функционал: электронные медицинские карты, управление расписанием, учет финансов, работу со страховыми компаниями, складской учет и аналитику [2]. Однако мобильные приложения для пациентов, предлагаемые такими системами, выполняют лишь справочно-информационные функции и иногда дают возможность записи на прием, но не позволяют отслеживать ежедневное выполнение лечения.

Вторую категорию составляют приложения для пациентов, такие как MyTherapy и Medisafe, которые помогают отслеживать прием лекарств и вести дневники показателей здоровья [3, 4]. Также MyTherapy имеет модуль для врача, позволяющий просматривать отчеты о соблюдении лечения. А Medisafe поддерживает сложные схемы дозировок и уникальную функцию «мед-друг» для подключения родственников. Однако ключевым недостатком этих решений является их изолированность от официальных МИС. Пациент вынужден вручную вводить данные о препаратах, что неудобно и повышает риск ошибок.

Таким образом, анализ существующих систем подтверждает необходимость разработки веб-приложения, объединяющего преимущества рассмотренных аналогов.

Для проектирования системы необходимо определить потребности всех групп пользователей. В системе выделяется четыре ключевые роли: пациент, врач, медицинский персонал и администратор. Пациенту нужны простота и наглядность: не запутаться в схеме приема, получать напоминания, фиксировать выполнение и вести дневник показателей. Врачу необходим удобный интерфейс для создания детализированных назначений с использованием шаблонов, а также доступ к отчетам: истории приема лекарств пациентом, графикам изменений его показателей, записям о самочувствии. Потребности медицинского персонала заключаются в необходимости четко видеть перечень процедур, запланированных на день.

Интерфейс должен позволять быстро отмечать выполнение задач. Администратор отвечает за управление учетными записями всех пользователей и ведение системных справочников.

В соответствии с потребностями пользователей сформулирован перечень выполняемых функций. Он включает 23 ключевых функций: регистрация врачей и медицинского персонала через модуль администратора, регистрация пациентов, авторизация с проверкой прав доступа, управление учетными записями пользователей, управление персональными данными и настройками профиля, ведение системных справочников, просмотр истории консультаций и назначений, формирование лекарственных назначений, определение параметров дозировки и режима приема, добавление специальных указаний к назначениям, создание и применение шаблонов врачебных назначений, назначение немедикаментозного лечения, фиксация выполнения процедур, документирование побочных эффектов у пациента, календарь графика лечения, отслеживание приема препаратов, просмотр отчета о соблюдении плана лечения, ввод медицинских показателей, визуализация графика показателей, документирование жалоб и симптомов, настройка уведомлений, отправка push-уведомлений о приеме препаратов и напоминаний о процедурах, контроль запасов лекарств.

На основе анализа функций было проведено распределение операций между человеком и компьютером [5]. Компьютеру делегированы рутинные, требующие высокой точности операции: хранение и обработка данных, валидация информации, генерация напоминаний и графиков, фиксация времени событий. Человеку – аналитические и ответственные задачи, требующие профессиональных знаний: постановка диагноза, выбор стратегии лечения, оценка состояния пациента и динамики показателей. Такое распределение позволяет минимизировать когнитивную нагрузку на пользователей и сохранить контроль над важными решениями.

Разработка эргономических требований имеет особую значимость в контексте медицины, где ошибки взаимодействия с интерфейсом могут иметь критические последствия. В рамках работы сформулирован комплекс эргономических требований, ориентированных на две ключевые характеристики системы: управляемость и освояемость [6].

К требованиям управляемости относятся:

1 Психологические требования: соответствие цветового кодирования устоявшимся стереотипам и обеспечение однозначности восприятия информации, соответствие объема информации возможностям оперативной памяти человека, логичная группировка элементов, обозначение текущего статуса системы, наличие четких и однозначных подписей или подсказок для элементов управления, наличие информативных сообщений об ошибках и способах исправления, наличие предупреждающих диалогов при выполнении потенциально опасных действий, единообразие расположения основных элементов на всех экранах системы.

2 Психофизиологические требования: оптимальный размер и читаемость шрифтов, обеспечение достаточной контрастности текста и значимых элементов относительно фона, минимизация когнитивной нагрузки за счет использования автодополнения, выпадающих списков и других средств автоматизации ввода.

3 Антропометрические требования: обеспечение удобного и безошибочного взаимодействия с сенсорными элементами управления, учет различных типов, размеров и ориентации экранов пользовательских устройств, обеспечение возможности использования системы одной рукой на мобильных устройствах.

Эргономические требования освояемости:

1 Психологические требования: единообразие интерфейса и принципов взаимодействия во всех разделах системы, использование понятных формулировок.

2 Социально-психологические требования: поддержка эффективного взаимодействия между различными ролями пользователей, учет различий пользователей с соответствующим разграничением прав доступа и специализацией интерфейсов.

Разработанные требования обеспечивают надежность работы с медицинскими данными, эффективность взаимодействия и адаптивность к различным устройствам и условиям работы.

На основе данных требований был выполнен дизайн основных страниц приложения пациента. Интерфейс этих окон представлен на рисунке 1.

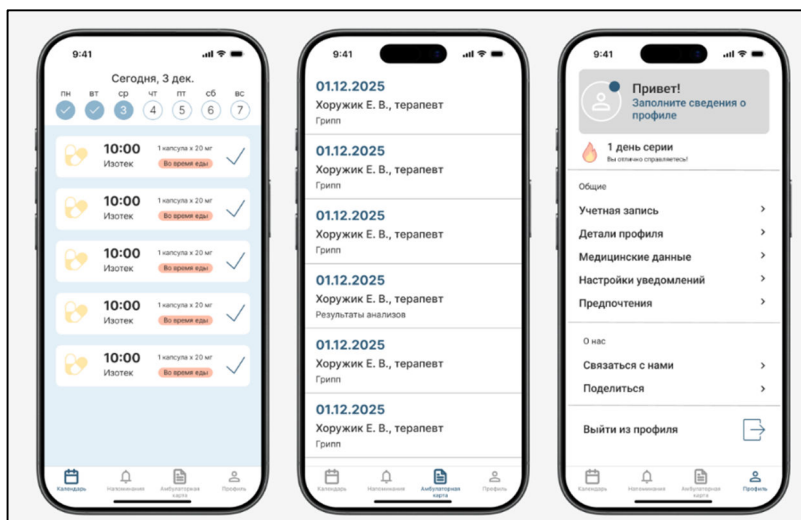


Рисунок 1 – Дизайн основных окон пациента

Заключение. Разработанное веб-приложение позволит повысить приверженность пациентов лечению за счет автоматизации процессов создания, контроля и выполнения врачебных назначений. Внедрение системы будет способствовать снижению количества ошибок, связанных с несоблюдением лечения, и повышению удовлетворенности всех участников лечебного процесса за счет удобного и эргономичного интерфейса, адаптированного под задачи каждой группы пользователей.

Список литературы

1. Несоблюдение приема назначенных лекарств от хронических заболеваний – это огромная, глобальная проблема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/news/item/01-07-2003-failure-to-take-prescribed-medicine-for-chronic-diseases-is-a-massive-world-wide-problem>. – Дата доступа: 30.01.2026.
2. Медицинская информационная система МЕДМИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.medmis.ru/>. – Дата доступа: 07.02.2026.
3. Medication Reminder and Pill Tracker App – MyTherapy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mytherapyapp.com/>. – Дата доступа: 09.02.2026.
4. Medisafe App [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medisafeapp.com/>. – Дата доступа: 13.02.2026.
5. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина» : пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2017. – 76 с. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/27731/1/Shupeiko_2017.pdf. – Дата доступа: 26.02.2026.
6. Шупейко, И. Г. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности «ИПОИТ» [Электронный ресурс] / И. Г. Шупейко. – Режим доступа: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_111674.pdf?ysclid=mm90dv7nb4938709984. – Дата доступа: 28.02.2026.

UDC 004.422.81:61:331.101.1

WEB APPLICATION «MEDICAL APPOINTMENT CALENDAR»

Khoruzhik E. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article is devoted to the development of the web application «Medical Appointment Calendar», aimed to increase patient adherence to treatment by automating the processes of creating, communicating to the patient and monitoring the implementation of medical prescriptions. The analysis of the subject area is carried out, existing analogues are considered, their disadvantages are identified. Based on the research, the functional capabilities and ergonomic requirements for the system being developed are formulated.

Keywords: web application, medical information system, medical prescriptions, treatment, ergonomic design

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «СЛУЖБА ДОСТАВКИ ЕДЫ» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Князева Е.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены основные принципы проектирования и реализации веб-приложения «Служба доставки еды», предназначенного для автоматизации процессов онлайн-заказа и доставки готовых блюд. Описаны функциональные возможности системы, включающие регистрацию и аутентификацию пользователей, формирование и редактирование корзины, оформление заказа, а также управление личным профилем. Представлены функции администратора, обеспечивающие управление ресторанами и ассортиментом блюд, а также статусами заказов. Особое внимание уделено вопросам удобства пользовательского интерфейса и навигации. В ходе разработки построена диаграмма вариантов использования и обоснован выбор применяемых технологий.

Ключевые слова: автоматизация управления заказами, доставка еды, *React*, *Java*, *MySQL*.

Введение. В условиях активного развития цифровых технологий и расширения сферы онлайн-сервисов особое значение приобретает разработка веб-приложений, обеспечивающих дистанционное взаимодействие между пользователем и поставщиком услуг. Одним из наиболее востребованных направлений является организация онлайн-заказа и доставки готовых блюд, что связано с ростом требований к удобству, скорости обслуживания и доступности сервисов [1].

Создание веб-приложения «Служба доставки еды» направлено на автоматизацию процессов оформления, обработки и управления заказами в единой информационной среде. Разработка подобных систем требует учета функциональных, технологических и эргономических аспектов проектирования, а также надежности работы приложения.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности обслуживания пользователей и оптимизации внутренних процессов обработки заказов. Целью исследования является разработка веб-приложения, реализующего основные функции онлайн-заказа и обеспечивающего удобное и эффективное взаимодействие пользователя с системой.

Основная часть. Веб-приложение «Служба доставки еды» реализовано на основе клиент-серверной архитектуры с использованием *HTML*, *CSS*, *JavaScript* и библиотеки *React* для клиентской части, языка *Java* для серверной логики и СУБД *MySQL* для хранения данных. Выбор данной технологической платформы обусловлен её распространённостью, надёжностью и возможностью построения масштабируемых веб-систем.

Клиентская часть разработана с применением компонентного подхода, реализуемого средствами библиотеки *React*, что обеспечивает модульность, повторное использование компонентов и эффективное управление состоянием приложения [2]. Разделение интерфейса на независимые функциональные блоки упрощает сопровождение проекта и его дальнейшую модернизацию. Навигация построена по принципу одностраничного приложения (*SPA*), что позволяет динамически обновлять содержимое без полной перезагрузки страницы и повышает производительность системы.

Серверная часть реализует обработку *HTTP*-запросов, бизнес-логику и взаимодействие с базой данных. В качестве системы управления базами данных используется *MySQL*, реализующая реляционную модель хранения данных и обеспечивающая целостность информации за счёт использования первичных и внешних ключей [3]. Обмен данными между клиентской и серверной частями осуществляется в формате *JSON*, что обеспечивает универсальность передачи данных и удобство их обработки.

В базе данных спроектированы таблицы пользователей, категорий блюд, меню, заказов и позиций заказа. Связи между таблицами обеспечивают логическую целостность структуры

данных и корректность выполнения операций создания, чтения, обновления и удаления записей. При проектировании структуры базы данных учитывались требования к нормализации, что позволило избежать избыточности данных и повысить эффективность выполнения запросов.

Проектирование системы началось с анализа предметной области и построения диаграммы вариантов использования, отражающей основные сценарии взаимодействия пользователя с приложением. В соответствии с функциональной моделью реализованы модули регистрации и аутентификации пользователей, просмотра меню, поиска, фильтрации и сортировки блюд, управления корзиной, оформления заказа, выбора адреса, времени доставки и способа оплаты, а также управления профилем и просмотра истории заказов.

Функциональность приложения охватывает полный цикл онлайн-заказа. Работа пользователя начинается с регистрации или входа в систему. Реализован механизм аутентификации, предусматривающий проверку корректности введённых данных и предоставление доступа к персонализированным функциям. Для обеспечения безопасности предусмотрена валидация вводимых данных и контроль прав доступа к защищённым разделам приложения.

Модуль работы с меню включает отображение карточек блюд с описанием, стоимостью и дополнительными характеристиками. Интерфейс организован таким образом, чтобы обеспечить наглядность представления информации и удобство её восприятия. Для повышения удобства реализованы функции поиска по наименованию, фильтрации по категориям и сортировки по заданным параметрам. Это позволяет ускорить процесс выбора и повысить эффективность взаимодействия с системой, особенно при большом количестве позиций в меню.

Ключевым элементом функциональности является модуль управления корзиной. Пользователь может добавлять блюда в корзину, изменять их количество, удалять позиции и просматривать итоговую стоимость заказа. Данный модуль обеспечивает динамическое обновление данных без перезагрузки страницы, что реализовано средствами *React* и *JavaScript*.

Модуль оформления заказа предусматривает выбор адреса доставки, времени получения и способа оплаты. После подтверждения заказа информация передаётся на серверную часть, где осуществляется её обработка и сохранение в базе данных *MySQL*. Для каждого заказа формируется уникальная запись, связанная с конкретным пользователем. Также реализована функция просмотра истории заказов, что позволяет пользователю отслеживать ранее оформленные покупки и повторять их при необходимости.

Отдельный функциональный блок посвящён управлению профилем. Пользователь может просматривать и редактировать личные данные, а также при необходимости удалить профиль. Все изменения синхронизируются с сервером и обновляются в базе данных. Реализация данного модуля обеспечивает персонализацию взаимодействия пользователя с системой и повышает удобство её использования.

Дополнительно в системе предусмотрены административные функции, включающие управление перечнем ресторанов, редактирование меню, изменение статусов заказов и контроль их выполнения. Это позволяет централизованно управлять содержимым платформы и поддерживать актуальность представленной информации.

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

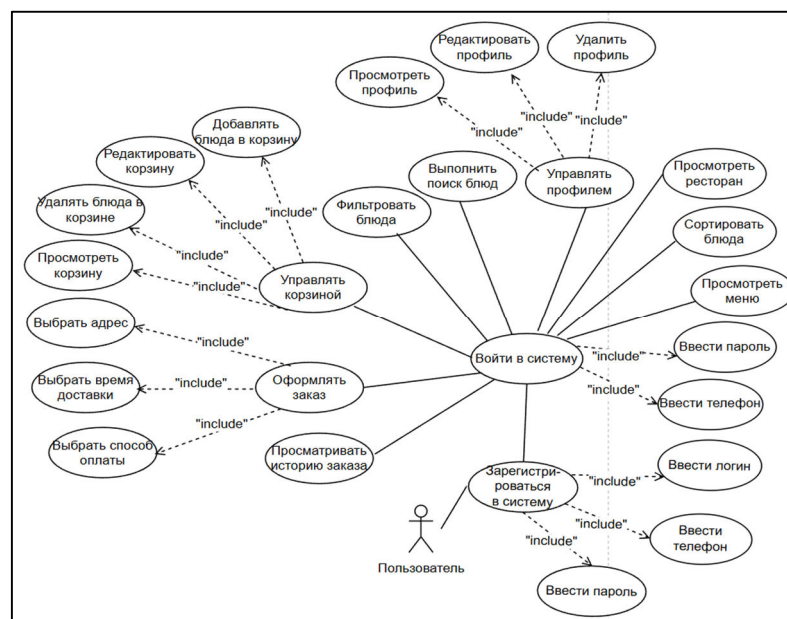


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма иллюстрирует функционал системы с точки зрения пользователя и демонстрирует логические связи между отдельными операциями.

Заключение. Разработанное веб-приложение представляет собой полноценную систему, ориентированную на организацию дистанционного обслуживания в сфере доставки готовых блюд. В процессе проектирования и реализации были учтены современные требования к функциональности, надежности и удобству подобных сервисов. Полученное решение обеспечивает эффективное взаимодействие между пользователями и сервисом, автоматизируя ключевые операции и предоставляя интуитивно понятный интерфейс для навигации и управления заказами.

Список литературы

1. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – СПб.: Питер, 2016. – 720 с.
2. React и Redux. Функциональная веб-разработка / А. Бэнкс, Е. Порчелло. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 320 с.
3. MySQL. Руководство администратора / П. Дюбуа. – М.: Вильямс, 2014. – 816 с.

UDC 640.45:331.101.1

WEB APPLICATION «FOOD DELIVERY SERVICE» AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kniazeva E.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The basic principles of designing and implementing the web application «Food Delivery Service», designed to automate the processes of online ordering and delivery of ready meals, are considered. The functionality of the system is described, including user registration and authentication, creating and editing a shopping cart, ordering, and managing a personal profile. The functions of the administrator are presented, which ensure the management of restaurants and the assortment of dishes, as well as the order statuses. Special attention is paid to the convenience of the user interface and navigation. During the development, a diagram of use cases was constructed and the choice of technologies used was justified.

Keywords: Order management automation, food delivery, React, Java, MySQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КООРДИНАЦИИ БЫТОВОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ В РАМКАХ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Курбатский В.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается проблема социальной изоляции жителей многоквартирных домов, усугубляемая низкой эффективностью традиционных мессенджеров для организации соседского взаимодействия. Предложена архитектура веб-приложения, преобразующего хаотичный поток сообщений в структурированную базу данных услуг и инструментов. Описаны методы многоуровневой верификации пользователей, система мотивации и инструменты модерации спорных ситуаций, связанных с арендой или оказанием услуг. Обосновано, что внедрение такой платформы позволяет снизить «социальный барьер» и повысить эффективность взаимопомощи в локальных сообществах.

Ключевые слова: жильцы, веб-приложение, социальный барьер, верификация, модерация, структурирование данных, бытовая взаимопомощь.

Введение. Жители многоквартирных домов часто сталкиваются с трудностями при обращении за помощью, даже проживая в непосредственной близости друг от друга [1]. Основными причинами являются психологическая неловкость и низкая эффективность традиционных способов (обход квартир и др.). Попытки использовать чаты в мессенджерах для организации соседского взаимодействия не всегда решают проблему: информация быстро теряет актуальность и становится труднодоступной для поиска.

Целью работы является разработка веб-приложения, которое выступает в роли «умного указателя», структурирующего данные о доступных ресурсах внутри локализованного сообщества, и обеспечивающего безопасное и удобное взаимодействие жителей дома.

Основная часть. В отличие от мессенджеров, система использует не поток сообщений, а структурированную базу данных, где информация актуализируется и привязана к профилям пользователей. Это позволяет получать каталогизированный результат по целевому запросу [2]. Архитектура приложения включает пять уровней доступа пользователей (таблица 1):

Таблица 1 – Уровни доступа пользователей

Уровень	Наименование	Верификация	Основные права
0	Гость	Не требуется	Просмотр обезличенной статистики взаимодействий между пользователями
1	Зарегистрированный жилец дома	Номер телефона (SMS)	Размещение объявлений (с лимитами)
2	Верифицированный жилец дома	Иметь уровень 1, фото квитанции ЖКУ, проверка которой осуществляется модератором сообщества	Полный доступ к аренде, отсутствие лимитов
3	Модератор сообщества	Назначается из активных пользователей уровня 2 путем голосования или администратором	Права уровня 2, модерация объявлений, разрешение спорных ситуаций, связанных с арендой или оказанием услуг

Продолжение таблицы 1

Уровень	Наименование	Верификация	Основные права
4	Администратор	-	Контроль работы модераторов сообщества, разрешение неурегулированных модераторами споров, блокировка пользователей при грубых нарушениях, просмотр статистики, отчетность

Для снижения порога входа разработан механизм быстрого онбординга: при регистрации пользователю предлагается чек-лист из популярных предметов и услуг, где он может отметить «Есть в наличии, могу поделиться», «Могу помочь навыком, оказать консультацию» и др. Система автоматически создаёт теневые карточки, которые могут быть активированы после верификации [3].

Ключевым функциональным элементом является доска объявлений, в которой каждое объявление создаётся по структурированному шаблону, включающему тип (предложение или запрос), категорию, срочность и желаемое время. Реализованы фильтрация по категориям и поиск по ключевым словам. Алгоритм ранжирования учитывает дату публикации и географическую близость (подъезд, этаж) в случае, если эти данные были добавлены пользователем. Система автоматически обрабатывает объявления: ежемесячно запрашивает подтверждение актуальности, архивирует объявления через два месяца в случае неподтверждения. Предусмотрены специальные разделы – «Отдам/Приму в дар» для безвозмездной передачи вещей и «Срочный запрос» для экстренных ситуаций. В последнем случае уведомление получают все активные пользователи дома. Для предотвращения злоупотребления «Срочным запросом» введены ограничения: лимит использования этой функции, выбор характера проблемы из predetermined списка (например, «Прорыв трубы»).

Модуль аренды инструментов и вещей построен на принципах каталогизации и минимизации рисков. Владелец размещает предмет с указанием категории ценности, фотографиями и условиями аренды. Для дорогого инвентаря рекомендуется цифровой чек-лист: фотография «до» с фиксацией времени, описание состояния, подтверждение получения сторонами и фотография «после» при возврате. Чек-лист служит доказательством при возникающем споре. Для правовой защиты участников сделки предусмотрена возможность загрузки PDF-шаблона договора аренды. Раздел «Отложенный спрос» позволяет пользователям оставлять заявки на отсутствующие предметы, при появлении такого предмета в базе система отправляет уведомления обеим сторонам.

Система мотивации и репутации пользователей опирается на внутренние баллы, которые начисляются за заполнение профиля, добавление объявлений, успешные взаимодействия и модерацию [4]. Защита от накрутки баллов реализована через лимиты: максимальное число получаемых пользователем баллов в день и ограничение на количество взаимодействий с одним жильцом за недельный промежуток. Баллы можно потратить на повышение приоритета объявлений, снятие лимитов на активные объявления или получение скидочных купонов у партнёров. Социальное признание выражается в присвоении статусов («Оказал помощь 10 раз», «Супер-арендодатель») и публичной доске почёта (с согласия пользователей). Публичная часть профиля отражает только положительные показатели активности (количество успешных взаимодействий, статус, достижения). Информация о нарушениях и предупреждениях не отображается другим пользователям и используется исключительно для внутренней модерации.

Для первичной коммуникации используется встроенный чат, который не требует раскрытия личных контактов. Только после взаимного согласия стороны могут нажать кнопку «Обменяться контактами» и перейти в привычный мессенджер.

Безопасность взаимодействий обеспечивается многоступенчатой процедурой разрешения спорных ситуаций, связанных с арендой или оказанием услуг. При возникновении разногласий стороны могут обратиться к модератору сообщества, который изучает предоставленные материалы (фото, описание) и формирует заключение по жалобе. При нарушении правил модератор выносит предупреждение; два предупреждения за полгода влекут временную «заморозку» профиля. Платформа не использует публичную дискредитацию пользователей: все негативные оценки видны только модератору и служат

исключительно для «внутренних санкций». В случае обращения пользователя в полицию или суд по официальному запросу предоставляются сохранённые данные (логи, фото, информация верификации).

Предусмотрена двухступенчатая процедура обжалования решений модератора: сначала в срок до 48 часов обращение пользователя рассматривает модератор и выносит окончательное решение, при несогласии с ним пользователь может запросить проверку администратором, который вправе оставить решение в силе, изменить его, вынести предупреждение модератору [5].

Монетизация реализуется через три основных канала:

1 Премиум-функции для активных пользователей. За внутренние баллы или оплату по тарифу можно приобрести повышение приоритета объявлений в поисковой выдаче, снятие лимитов на количество активных объявлений и др.

2 Местные магазины, кафе, сервисные компании могут размещать таргетированные предложения для жителей конкретных домов (реклама, купоны, спецпредложения). За это взимается либо фиксированная плата, либо комиссия с совершенных по купонам покупок.

3 »White Label» для застройщиков и управляющих компаний. Платформа предлагается как готовая «цифровая экосистема дома» под брендом застройщика или УК. В этом случае взимается абонентская плата за установку, поддержку и обслуживание брендированной версии.

Заключение. В работе предложена комплексная архитектура веб-приложения, ориентированного на организацию бытового взаимодействия внутри локализованных сообществ. В отличие от существующих решений на базе мессенджеров, разработанная система обеспечивает структурирование данных, многоуровневую верификацию пользователей и встроенные механизмы безопасности, что способствует формированию устойчивых связей и повышению качества локального взаимодействия.

Список литературы

1. Botsman, R. *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption* / R. Botsman. New York: HarperBusiness, 2010. 304 p.
2. Sundararajan, A. *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism* / A. Sundararajan. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 256 p.
3. Nielsen, J. *Usability Engineering* / J. Nielsen. San Diego: Academic Press, 1993. 362 p.
4. Resnick, P. Trust among strangers in Internet transactions: Empirical analysis of eBay's reputation system / P. Resnick, R. Zeckhauser // *Advances in Applied Microeconomics*. 2002. Vol. 11. P. 127–157.
5. Gillespie, T. *Custodians of the Internet: Platforms, Content Moderation, and the Hidden Decisions That Shape Social Media* / T. Gillespie. New Haven: Yale University Press, 2018. 296 p.

UDC 004.774:004.773.6-057.65

WEB APPLICATION FOR COORDINATION OF HOUSEHOLD MUTUAL AID WITHIN A RESIDENTIAL COMPLEX

Kurbatski V.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. – Senior Lecturer of the Department of IP&E, Master of Technical Sciences

Annotation. The article addresses the problem of social isolation among residents of apartment buildings, which is exacerbated by the low efficiency of traditional messengers for organizing neighborly interaction. An architecture for a web application is proposed, transforming the chaotic flow of messages into a structured database of services and tools. Methods for multi-level user verification, a motivation system, and tools for moderating disputes related to rentals or the provision of services are described. It is substantiated that the implementation of such a platform can reduce the «social barrier» and increase the effectiveness of mutual assistance within local communities.

Keywords: residents, web application, social barrier, verification, moderation, data structuring, household mutual assistance.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НОРМОКОНТРОЛЯ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ В БГУИР И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Курильчик А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – магистр, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема высокой трудоёмкости нормоконтроля студенческих работ. Описано веб-приложение для автоматической проверки оформления документов по СТП 01-2024. Система реализует двухэтапный контроль: автоматический анализ файла и верификация преподавателем. При разработке системы особое внимание уделено эргономическому проектированию интерфейса, в том числе учёту рекомендаций WCAG 2.2.

Ключевые слова: нормоконтроль, автоматизация, оформление студенческих работ, СТП

Введение. Оформление дипломных и курсовых проектов, магистерских диссертаций в БГУИР строго регламентировано стандартом предприятия [1]. На практике студенты регулярно допускают однотипные ошибки: неверная нумерация страниц, оформление списков и таблиц, библиографических ссылок. Традиционная проверка преподавателем отнимает значительное время, отвлекая от оценки содержательной части работы [2]. Актуальность темы обусловлена необходимостью снизить рутинную нагрузку с нормоконтролеров и повысить точность проверки [3].

На рынке существуют инструменты проверки антиплагиата (Turnitin, Antiplagiat), но они решают задачу выявления заимствований, а не проверки оформления. Системы управления обучением (Moodle) не имеют встроенных модулей для сложного нормоконтроля. Разработанное приложение уникально тем, что сочетает автоматизированную проверку на соответствие требованиям СТП с экспертной оценкой преподавателя в едином веб-приложении. Веб-приложение для автоматизированного нормоконтроля студенческих работ в БГУИР может использоваться для проверки работ студентов всех специальностей и форм обучения университета.

Основная часть. Написанию текста программы предшествовало эргономическое проектирование разрабатываемой социотехнической системы. При разработке использовался подход к проектированию «пользователь в центре». Принцип «пользователь в центре» (user-centered design) предполагает поэтапное проектирование интерфейса на основе анализа задач, компетенций и ограничений целевой аудитории, что обеспечивает соответствие функциональной структуры системы реальным сценариям её использования [4].

Процесс нормоконтроля разделён на два этапа. На первом этапе система автоматически сканирует загруженный файл. Система поддерживает загрузку файлов форматов .docx и .pdf. Проводится проверка на наличие обязательных структурных элементов (титульный лист, содержание, список литературы), соответствие полей, шрифтов, нумерации страниц и оформления ссылок. Результаты формируются в виде отчёта с указанием конкретных ошибок и рекомендациями по исправлению.

На втором этапе работу проверяет преподаватель. Он видит исходный файл и автоматический отчёт. Это позволяет сосредоточиться на содержательной части и сложных случаях оформления, которые машина не может оценить корректно. Преподаватель выставляет статус «Допуск» или «Недопуск» и оставляет комментарий. Студент получает уведомление и может скачать итоговый отчёт.

Алгоритм работы веб-приложения для автоматизированного нормоконтроля представлен

на рисунке 1.

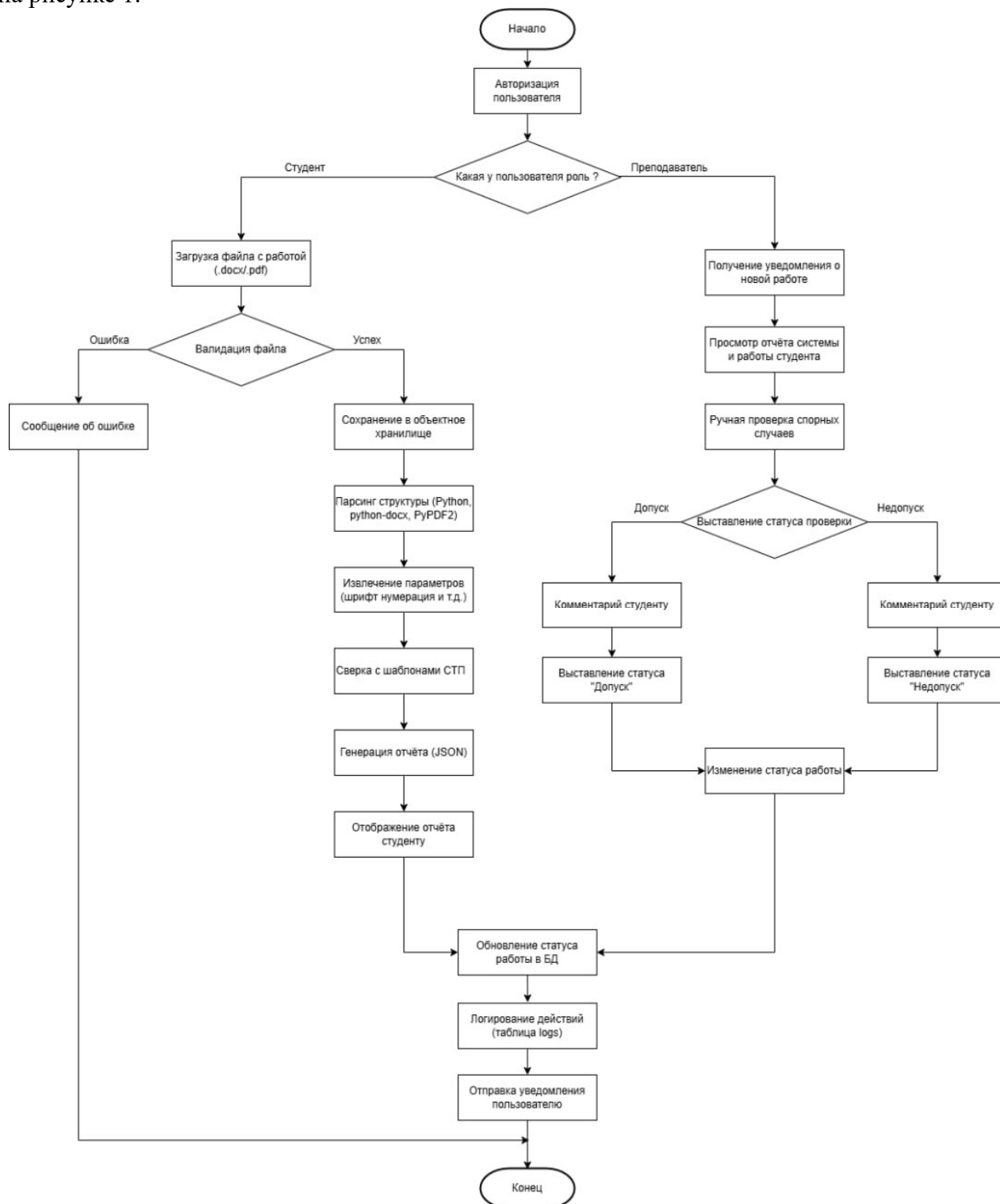


Рисунок 1 – Алгоритм работы веб-приложения для автоматизированного нормоконтроля

Таким образом, студент видит только свои работы и отчёт проверки, преподаватель имеет доступ к группам студентов, их работам и настройкам критериев оценивания.

Архитектура приложения построена по модели клиент-сервер. Клиентская часть реализована на HTML, CSS и JS – это обеспечивает высокую отзывчивость интерфейса без перезагрузки страниц. Серверная часть реализована на языке программирования Python, модуль анализа документов также написан на Python с использованием библиотек python-docx и PyPDF2 для парсинга структуры файлов [5].

В базе данных PostgreSQL хранятся профили пользователей, файлы работ, логи проверок и история изменений. Это обеспечивает прозрачность процесса и возможность аудита. Система ведёт логирование действий: фиксация времени загрузки, проверки, выставления оценки. Для защиты данных реализована авторизация через университетскую учётную запись.

Цветовая схема, навигация и формулировки выдержаны в едином стиле для снижения когнитивной нагрузки. При проектировании учитывались рекомендации WCAG 2.2 по доступности: достаточный контраст, поддержка навигации с клавиатуры, понятные сообщения об ошибках. При разработке пользовательского интерфейса также учитывались принципы когнитивной эргономики: снижение зрительного напряжения, логическая структуризация навигации и предсказуемость реакции системы на пользовательские команды.

По результатам эргономической оценки разработанный пользовательский интерфейс характеризуется высокими показателями эргономических свойств: освояемость – 0.86, управляемость – 0.90, эргономичность в целом – 0.88. Это свидетельствует о том, что эргономические характеристики соответствуют базовым значениям [6].

Заключение. Разработано веб-приложение для автоматизации нормоконтроля работ студентов в БГУИР. Автоматический анализ файла на соответствие требованиям СТП 01-2024 сочетается с последующей проверкой преподавателем. Учет психофизиологических, психологических и социально-психологических эргономических требований при разработке пользовательского интерфейса позволил создать веб-приложение с высокими показателями эргономичности. Внедрение рассматриваемого приложения позволит сократить время проверки и снизить количество ошибок в оформлении работ.

Список литературы

1. СТП 01-2024. Стандарт предприятия. Требования к оформлению выпускных квалификационных работ. – Минск : БГУИР, 2024. – 178 с.
2. Пирожкова, И. Г. Проблемы нормоконтроля научной студенческой работы: правовые основания и практика / И. Г. Пирожкова // Библиосфера. – 2019. – № 1. – С. 77–81
3. Воробьёва, Г. Н. К применению ГОСТ 7.32-2017 в вузе. Нормоконтроль / Г. Н. Воробьёва // Вестник науки и образования. – 2019. – № 5. – С. 45–50.
4. ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/77513.html>. – Дата доступа: 10.02.2026.
5. Манкевич, О. В. Особенности автоматизации нормоконтроля текстовых документов / О. В. Манкевич, П. А. Семеняк // Информационные технологии и системы 2015 : материалы междунар. науч. конф. – Минск : БГУИР, 2015. – С. 124–125
6. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина» : пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 67-74

UDC 004.912

WEB APPLICATION FOR AUTOMATED CONTROL OF STUDENTS' PAPERS DESIGN AT BSUIR AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kurilchik A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yatskevich A.Y. – Master of Pedagogics, senior lecturer of the department of EPaE

Annotation. The article addresses the problem of high labor intensity of students' academic papers manual control for compliance with BSUIR standards. A web application for automated verification of paper formatting according to BSUIR Enterprise Standard Requirements is described. The system implements a two-stage control process: automatic file analysis is followed by expert verification conducted by a tutor. The development of the system included user interface ergonomic design, in particular ensuring compliance with WCAG 2.2. recommendations.

Keywords: normative control, automation, students' papers design, enterprise standard

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПУТЕШЕСТВИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лагутенков П.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Франко Е.П. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены основные функции мобильного приложения для планирования туристических путешествий, использующее информацию о пользовательских предпочтениях для формирования персонализированных рекомендаций. Описаны функции определения предпочтений, планирования поездки, работы пользователя с картой и страницей конкретной достопримечательности, написания отзывов, ведения профиля и работы с системными настройками. Построена диаграмма вариантов использования.

Ключевые слова: мобильное приложение, планирование туризма, пользовательские предпочтения, Dart, Flutter, Firebase.

Введение. В современном мире количество людей, предпочитающих самостоятельное планирование туристических поездок, значительно растет. Среднестатистический турист тратит от 5 до 10 часов на поиск необходимой информации и планирование наиболее подходящего маршрута перед отпуском. Высокая нагрузка и большие временные затраты обусловлены необходимостью анализировать места и маршруты, сравнивать отзывы и цены, подбирать отели или иные места проживания, что нередко приводит к утомлению пользователя. Влияние внешних факторов, включая изменения в международной транспортной доступности, экономические ограничения и перераспределения туристических потоков также негативно сказываются на процессе поиска необходимой информации. В таких условиях становятся востребованны инструментами, способные автоматизировать рутинные процессы и предложить пользователям наиболее подходящие варианты для путешествий.

В контексте выявленной проблемы мобильные приложения для планирования путешествий способны не только упростить процесс планирования, но и сделать его более осмысленным. Проведение анализа пользовательских данных позволяет точнее формировать рекомендации, которые максимально соответствуют интересам пользователя. Ключевым фактором является платформа и эргономичность. Мобильные приложения обеспечивают быстрый и повсеместный доступ к информации, в то время как простой и понятный интерфейс обеспечивает пользователя быстрой навигацией среди больших объемов данных.

Разработка мобильного приложения для планирования туристических путешествий, учитывающего предпочтения пользователя, является актуальной задачей, так как современные пользователи ожидают индивидуального подхода, а также экономии ресурсов и времени. Пользователю необходим продукт, который обеспечит быстрый, эффективный и повсеместный доступ к информации, которая необходима пользователю для планирования путешествия, которое максимально удовлетворит его желания и потребности.

Основная часть. Техническая реализация приложения выполнена на языке Dart с использованием фреймворка Flutter. Данный выбор обеспечивает кроссплатформенность приложения, что обеспечит его работоспособность на любых устройствах, а также высокую производительность приложения и его адаптивность [1].

В качестве серверной инфраструктуры используется технология Firebase. Данная платформа, включающая облачную базу данных Firestore, систему аутентификации и аналитики данных, обеспечивает эффективное хранение данных, как пользовательских, так и данных о туристических точках интереса. Благодаря синхронизации в реальном времени пользователю всегда будут представлены актуальные данные, а встроенная система

аутентификации позволяет быстро, надежно и эффективно создавать и управлять аккаунтами пользователей [2].

Разрабатываемое приложение сопровождает пользователя на всех этапах планирования путешествия. При первом запуске и создании учетной записи пользователю предлагается массив категорий, из которых пользователь выбирает предпочтительные ему. Эти данные становятся основой для предлагаемых конкретному пользователю точек интереса. В дальнейшем данные категории могут изменяться как самим пользователем, так и адаптироваться на основе его действий. Пользователь может просматривать рекомендации не только на основе своих предпочтений, а также некоторые другие подборки, сформированные самим приложением на основе иных критериев, таких как высокая посещаемость за короткий промежуток времени, большое количество положительных отзывов или географическая близость к пользователю.

Если пользователь уже знает, куда он хочет поехать, в целях экономии времени он может воспользоваться текстовым поиском или поиском на интерактивной карте для изучения информации об интересующем его месте.

После ознакомления и изучения информации об интересующей пользователя локации, он может использовать возможность планирования путешествия, где пользователю будут предоставлены маршруты с возможностью пользовательской конфигурации, места проживания, а также достопримечательности, географически близкие к выбранной пользователем локации, которые также могут быть интересны пользователю. В случае возникновения неопределенности при принятии решения, пользователь может добавить точку интереса в список избранных, чтобы в последующем облегчить поиск понравившихся ему мест.

Для улучшения пользовательского опыта в приложении будет реализована система отзывов, благодаря которой каждый пользователь может оставить текстовый отзыв и оценку некоторой точке туристического интереса, а другие пользователи, при просмотре данной локации смогут просмотреть отзывы других пользователей, что поможет в принятии решения о необходимости посещения.

В процессе использования приложение анализирует пользовательские данные, что позволяет производить адаптацию рекомендаций пользователя с целью повышения качества пользовательских рекомендаций.

Контент приложения представлен в доступной и понятной форме, что упрощает освоение новых методов управления стрессом. Встроенные подсказки и рекомендации помогают пользователю использовать функционал приложения максимально эффективно, а персонализация интерфейса делает взаимодействие с системой еще более комфортным.

Эргономическое проектирование интерфейса основывалось на принципах минимализма и доступности информации. Главный экран содержит подборки мест, рекомендуемых к посещению, а также виджет интерактивной карты. Для обеспечения быстрого доступа к основным разделам в нижней части экрана предусмотрена панель навигации, включающая разделы «Главная», «Поиск», «Профиль», «Настройки». Все элементы управления имеют понятные иконки и подписи. Приложение предусматривает сдержанную цветовую схему, где для обозначения важных функциональных элементов используются акцентные цвета.

При необходимости изменения данных своей учетной записи, предпочтений, списка избранных мест и другой информации, которая касается пользовательской записи, используется экран «Профиль». При необходимости изменения настроек приложения, таких как выбор цветовой схемы, настройка использования личных данных, изменения размера шрифтов и других системных функций, пользователь использует экран «Настройки».

При выделении функциональных требований была разработана диаграмма вариантов использования приложения, которая отображает основные действия пользователя при использовании приложения, включая регистрацию и авторизацию, просмотр персонализированных подборок, использование интерактивной карты и поиска, работа со страницей конкретной достопримечательности, планирование путешествия, а также конфигурация пользовательской записи и приложениях [3].

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

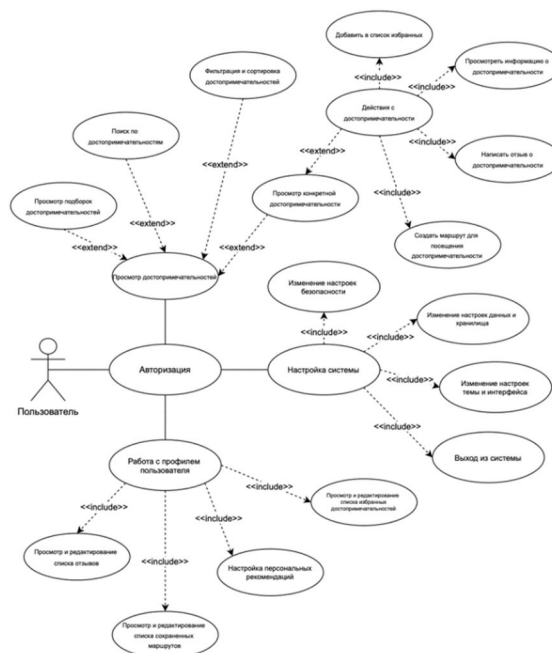


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Диаграмма наглядно показывает функциональные возможности системы, предоставленные пользователю, а также их взаимосвязи.

Заключение. Мобильное приложение для планирования туристических путешествий на основе пользовательских предпочтений обеспечивает путешественников современным и эффективным инструментом. Благодаря использованию современных технологий будет реализован продукт, который может быть использован широкой аудиторией различных пользователей для рационализации процесса планирования своих путешествий.

Список литературы

1. Flutter documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.flutter.dev/>. Дата доступа: 14.02.2026
2. Firebase documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firebase.google.com/docs>. Дата доступа: 14.02.2026
3. Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/566218/>. Дата доступа: 16.02.2026

UDC [004.42:621.395.721.5]+331.101.1

MOBILE APPLICATION FOR PLANNING TOURIST TRIPS BASED ON USER PREFERENCES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Lahutsenkau P.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Franco E.P. – Cand. of Sci., Associate Professor of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article examines the key features of a mobile travel planning application with using users preferences information to create personalized recommendations. The features described include preferences identification, trip planning, user interaction with map and attractions plages, review writing, profile management and system settings with a use case diagram provided.

Keywords: mobile application, travelling planning, user preferences, Dart, Flutter, Firebase.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лойко А.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Балтрукович П.И. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Проведен анализ существующих программных средств для автоматизации проектирования текстильных изделий. Выявлен недостаточный уровень цифровизации при создании моделей текстильных аксессуаров. В качестве решения данной проблемы разработано веб-приложение, использующее 3D-шаблоны для автоматизации построения лекал текстильных изделий.

Ключевые слова: швейное производство, текстильные изделия, автоматизация, САПР.

Введение. В последние годы наблюдается рост спроса на текстильные изделия. Вместе с объемом потребления растут и требования к качеству производимых изделий, а периодические изменения в стилевых предпочтениях потребителей заставляют дизайнеров создавать новые решения [1]. Эти факторы способствуют постоянному увеличению нагрузки на швейные производства, вынуждая их находить и применять эффективные способы минимизации временных и материальных затрат при производстве изделий.

В данной статье рассмотрены современные программные решения для автоматизации швейного производства текстильных аксессуаров и описан процесс разработки нового программного средства, ориентированного на специфику проектирования сумок и рюкзаков.

Основная часть. Производственный процесс создания текстильных аксессуаров на современных швейных предприятиях основывается на автоматической раскладке лекал и вырезании деталей из ткани. Для этого необходимо наличие лекал изделия в цифровом виде. Их можно получить либо вручную с помощью оцифровки бумажных лекал, что требует значительных трудозатрат и усложняет внесение изменений в проект, либо программными системами автоматизированного проектирования (САПР) [2], которые представляют собой совокупность программных средств, предназначенных для автоматизации инженерных операций и коммуникации между участниками разработки [3]. Для решения задач швейной промышленности применяются различные типы систем, представленные на рисунке 1.

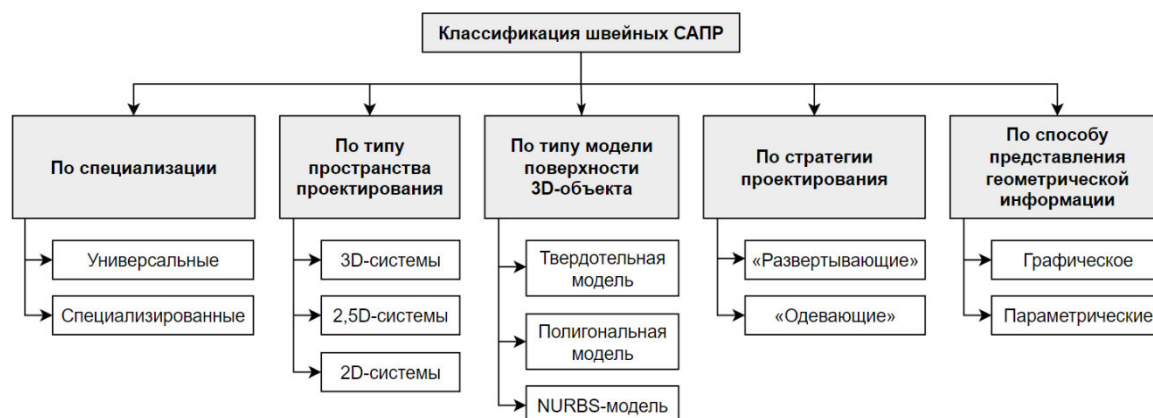


Рисунок 1 – Классификация швейных САПР

Существующие специализированные САПР, такие как «Ассоль», *Julivi*, *Optitex*, исторически ориентированы на массовое швейное производство и проектирование одежды из мягких, драпирующихся материалов. Работа с жесткими текстильными аксессуарами

(рюкзаками, сумками) в этих системах ведется по общей методике *2D*-моделирования лекал с последующей виртуальной сборкой в *3D*-сцене по «одевающей» стратегии [4, 5]. Однако специфика аксессуаров делает такой подход избыточно трудоемким.

Основное различие заключается в физико-механических свойствах материалов и геометрии изделия. В отличие от одежды, где ткань драпируется по фигуре человека, в аксессуарах детали (например, дно, стенки, карманы) изготавливаются из жестких материалов (полиэстер, кожа), и они сами задают форму изделию. При этом их стыковка проводится под строго определенными углами. Это требует от конструктора не столько навыков симуляции драпировки, сколько навыков пространственного геометрического моделирования.

Существующие же САПР не предоставляют специализированных инструментов для быстрого параметрического конструирования таких объемных форм, вынуждая конструктора выполнять ручную подгонку и пересборку *3D*-модели при каждом изменении проекта, что снижает эффективность работы.

В качестве решения данной проблемы предлагается разработка программы, основанной на использовании предварительно разработанных шаблонных форм деталей текстильных изделий. Такой подход позволяет заменить сложный процесс моделирования физического поведения ткани на конструирование изделия из типовых объемных элементов.

В данном случае процесс разработки программного средства для автоматизации проектирования текстильных аксессуаров предполагает выполнение определенных этапов, представленных на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема последовательности разработки программного средства

В целях обеспечения кроссплатформенности был выбран формат веб-приложения с клиент-серверной архитектурой. Для реализации геометрического ядра использована библиотека *JSCAD*, позволяющая создавать параметрические *3D*-модели на основе скриптов. Для визуализации *3D*-сцены была применена библиотека *Three.js*.

Backend-модуль разработан на *Java*-фреймворке *Spring Boot*. В качестве базы данных используется *MySQL*.

Особенностью разработки стала реализация алгоритмов автоматического построения

разверток. Поскольку материалы аксессуаров обладают высокой жесткостью, было допущено использование упрощенной геометрической модели («твердотельной»), что позволило отказаться от ресурсоемких алгоритмов симуляции ткани, применяемых в системах для моделирования одежды.

Разработанное веб-приложение включает редактор проекта, разделенный на окно 3D-моделирования, окно просмотра развертки и панель инструментов. Пользователю доступны функции выбора базовой конструкции изделия, добавления и удаления дополнительных элементов (карманов, клапанов), изменения их параметров, а также загрузки комплекта лекал в формате *SVG* для последующего раскроя.

Анализ материалов по изготовлению базовых моделей рюкзаков и сумок подтверждает работоспособность предложенного подхода за счет сокращения времени построения комплекта лекал из 3D-модели по сравнению с ручным параметрическим черчением в 2D-системах.

Заключение. Разработанное программное средство для автоматизации проектирования текстильных аксессуаров позволит уменьшить время и трудозатраты на разработку цифровых моделей изделий и их двухмерных лекал за счет использования библиотеки параметрических шаблонов. Кроссплатформенность веб-приложения делает его доступным пользователям независимо от их операционной системы и других настроек компьютера, а ориентация на жесткие материалы аксессуаров позволяет упростить геометрическое ядро по сравнению с универсальными САПР одежды. Практичный дизайн пользовательского интерфейса обеспечивает простоту работы с программой и позволяет минимизировать время на обучение для новых пользователей.

Список литературы

1. Автоматизация расчетов экспериментального цеха швейного предприятия / А. А. Азанова, М. Н. Сафиуллина, А. М. Фасихова. Казань: Вестник Казанского технологического университета, 2013.
2. Подготовка и организация технологических процессов на швейном производстве : в 2 ч. Ч. 1 : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / М. А. Труевцева. М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 288 с.
3. Обзор рынка и классификация отечественных и зарубежных САПР швейных изделий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studizba.com/lectures/inzheneriya/sapr-odezhdy/39249-obzor-rynka-i-klassifikacija-otechestvennyh-i-zarubezhnyh-sapr-shvejnyh-izdelij.html>. Дата доступа: 15.02.2026.
4. Сравнительный анализ принципов разработки модельных конструкций в различных САПР одежды / Л. В. Кочесова. М.: Техно-технологические проблемы сервиса №1(11), 2010.
5. Применение трехмерных САПР в проектировании одежды: искусствоведческий и технологический анализ / Д. Н. Ахметханова, А. А. Смертина, Д. Х. Мамбетов. М.: Наукосфера. №6 (2), 2025.

UDC 004.94:677.02

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR AUTOMATING THE DESIGN OF TEXTILE PRODUCTS

Loika A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Baltrukovich P.I. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. An analysis of existing software for automated textile design was conducted. An insufficient level of digitalization in the creation of textile accessory models was identified. To address this issue, a web application was developed that uses 3D templates to automate the creation of textile patterns.

Keywords: sewing production, textile products, automation, CAD

СИСТЕМА VR-МУЗЕЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМГИДОМ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Масленко В.А., Малико Е.В.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ильясова М.С. – магистр, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается процесс проектирования и программной реализации системы виртуального музея, посвящённого истории Минского автомобильного завода (МАЗ). Описана архитектура решения на базе игрового движка Unity и среды 3D-моделирования Blender. Особое внимание уделено созданию интеллектуального гида с помощью интеграции технологий OpenAI ChatGPT и Google Cloud APIs для обеспечения голосового взаимодействия в реальном времени.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR, искусственный интеллект, ИИ-гид, Unity, МАЗ, 3D-моделирование, ChatGPT API, Google Cloud STT/TTS

Введение. Современные технологии виртуальной реальности (VR) активно внедряются в сферу образования, культуры и просвещения. Одним из перспективных направлений является разработка виртуальных музеев, способных предоставить посетителям интерактивный и увлекательный опыт без необходимости физического присутствия. В частности, современные музеи и выставочные центры активно интегрируют виртуальные решения с целью повышения доступности экспонатов, расширения аудитории и создания интерактивной среды для пользователей.

Для Республики Беларусь Минский автомобильный завод (МАЗ) является символом инженерной мощи. Проект по созданию VR-музея техники МАЗ отличается высокой степенью новизны за счёт интеграции нескольких передовых технологий и подходов, которые в совокупности формируют уникальное пользовательское и образовательное решение [1].

Основная часть. В качестве платформы для разработки был выбран игровой движок Unity. Он представляет собой высокоуровневую компонентную систему взаимодействия, которая переводит события ввода в трёхмерные действия через пакет Unity XR Interaction Toolkit [2]. Использование версии 3.0 позволило применить новую архитектуру Input Readers для упрощения абстракции ввода.

Все 3D-модели экспонатов и окружения были созданы в программе Blender. Данный инструментарий позволил разработать детализированные цифровые копии техники, начиная от базовой геометрии и заканчивая наложением PBR-текстур для аутентичного отображения материалов [3].

Интеллектуальное взаимодействие реализовано через связку облачных сервисов:

1 Google Cloud Speech-to-Text: используется для преобразования голоса пользователя в текст в реальном времени [4].

2 OpenAI ChatGPT API: выполняет роль аналитического модуля, генерируя ответы через модель GPT-4o в режиме Chat Completions [5].

3 Google Cloud Text-to-Speech: преобразует текст в естественную речь с человекоподобной интонацией [4].

Виртуальная площадка музея организована в виде промышленного ангара, где представлены знаковые модели МАЗ: МАЗ-206, МАЗ-7310, МАЗ-500, Автозак-5336, МАЗ-537 (рисунок 1).



Рисунок 1 - Ангар с экспонатами

Рядом с каждым экспонатом размещены таблички с общей информацией об экспонате (рисунок 2).



Рисунок 2 – Общая информация о MAZ-206

Перемещение в VR реализовано методом телепортации, что является стандартом для минимизации укачивания [2]. Пользователь с помощью контроллера указывает точку назначения, после чего нажимает кнопку на контроллере – перемещение выполняется с использованием XR Interaction Toolkit. Дрон-гид (рисунок 3) сопровождает пользователя, плавно следуя за ним по локации и предоставляя необходимую информацию.



Рисунок 3 – Модель гида

Для работы искусственного интеллекта (ИИ) была создана специализированная база знаний, включающая историю завода MAZ, описание музея и его экспонатов, а также характеристики представленных моделей и их модификаций [6]. Это позволяет виртуальному гиду отвечать только на вопросы, связанные с музеем. При запросах вне темы гид уведомляет пользователя об ограничениях и предлагает задать вопросы об экспонатах или истории завода.

В качестве текстового процессора для виртуального гида была выбрана языковая модель семейства GPT, разработанная компанией OpenAI. Система реализует полный цикл

взаимодействия с пользователем: голосовое сообщение распознаётся и преобразуется в текст, после чего текстовый запрос передаётся системе ИИ. Полученный ответ обрабатывается и озвучивается, обеспечивая удобный и интуитивный формат общения.

Заключение. Разработанный проект предоставляет пользователю уникальную возможность погрузиться в виртуальный мир истории автомобильной техники МАЗ, свободно перемещаться по цифровым экспозициям и получать персонализированную информацию от интеллектуального гида в удобной форме. Такой подход позволяет не только расширить аудиторию музея, включая удалённых пользователей, но и повысить интерес к техническому наследию и образовательным направлениям, связанным с автомобилестроением и инженерией.

Благодаря модульной архитектуре, платформа обладает гибкостью в развитии, что даёт возможность дальнейшего масштабирования – добавления новых экспонатов, функций, языков и обучающих сценариев. Интеграция искусственного интеллекта обеспечивает высокую степень персонализации и адаптации под нужды разных категорий пользователей. Таким образом, реализация проекта вносит весомый вклад в цифровизацию музейной деятельности, популяризацию технических знаний и развитие интерактивных образовательных технологий.

Результаты разработки VR-музея автомобильной техники МАЗ были представлены на:

1 Областном этапе республиканского конкурса компьютерных разработок патриотической направленности «ПАТРИОТ.by» (3 место, г. Гродно и Гродненская область).

2 Районном, городском и областном этапах республиканского молодёжного проекта «100 идей для Беларуси» (дипломы победителя, г. Гомель и Гомельская область, г. Гродно и Гродненская область).

3 XXVII-ом областном конкурсе научно-технического творчества «Техноинтеллект» в Гомельском государственном университете имени Ф.Скорины.

Список литературы

1. Официальный сайт ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://maz.by/>. Дата доступа: 22.02.2026.
2. Unity XR Interaction Toolkit 3.0 Documentation [Electronic resource] : Unity Docs. Mode of access: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@3.0/>. Date of access: 22.02.2026.
3. Blender 4.0 Reference Manual [Electronic resource] // Blender Foundation. Mode of access: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>. Date of access: 11.03.2025.
4. Google Cloud Speech-to-Text & Text-to-Speech Overview [Electronic resource] : Google Cloud Documentation. Mode of access: <https://cloud.google.com/speech-to-text>. Date of access: 22.02.2026.
5. OpenAI API Documentation: Chat Completions [Electronic resource] : OpenAI. Mode of access: <https://developers.openai.com/api/reference/resources/chat/>. Date of access: 22.02.2026.

UDC 004.92–004.8

VR SYSTEM OF THE AUTOMOTIVE TECHNOLOGY MUSEUM WITH AN INTELLIGENT AI-BASED GUIDE

Maslenko U.A., Maliko E.V.

National Children Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Ilyasova M.S. – Master of Technical Sciences, Assistant Lecturer of the Engineering Psychology and Ergonomics Department

Annotation. The article describes the design and software implementation process of a virtual museum system dedicated to the history of the Minsk Automobile Plant (MAZ). The architecture of the solution based on the Unity game engine and the Blender 3D modeling environment is presented. Special attention is given to the development of an intelligent guide through the integration of OpenAI ChatGPT technologies and Google Cloud APIs to provide real-time voice interaction.

Keywords: virtual reality, VR, artificial intelligence, AI guide, Unity, MAZ, 3D modeling, ChatGPT API, Google Cloud STT/TTS

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИБКИХ НАВЫКОВ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА БАЗЕ ФРЕЙМВОРКОВ REACT, NEXT.JS

Муха Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассматривается актуальность разработки веб-приложения для автоматизированной оценки гибких навыков работников производственных предприятий. Описывается архитектура системы на базе фреймворков Next.js и Spring Boot, принципы хранения данных в формате JSONB в СУБД PostgreSQL, а также интеграция психологических моделей с международными стандартами O*NET и ESCO.

Ключевые слова: Гибкие навыки (soft skills), веб-приложение, производственное предприятие, Next.js, Spring Boot, PostgreSQL, JSONB, модель Big Five, O*NET, оценка персонала

Введение. Современный этап развития экономики характеризуется цифровой трансформацией производственных процессов и переходом к принципам бережливого производства, что коренным образом меняет требования к компетенциям персонала. В условиях высокотехнологичной среды наряду с профессиональными знаниями (hard skills) критическое значение приобретают гибкие навыки (soft skills), определяющие способность работников эффективно взаимодействовать в коллективе, адаптироваться к изменениям и принимать обоснованные решения в условиях ограниченных ресурсов. Актуальность темы обусловлена необходимостью перехода к системным методам оценки компетенций в условиях отсутствия единых стандартов и высокой сложности разработки валидных психометрических инструментов для реального сектора экономики. Данное исследование направлено на автоматизацию процессов оценки с использованием научно обоснованных методик, таких как пятифакторная модель личности (Big Five) и ситуационные тесты (SJT), а также их синхронизацию с международными классификаторами профессий O*NET и ESCO. В работе описывается проектирование веб-приложения для комплексной оценки гибких навыков, которое позволяет сопоставлять личностные качества сотрудников с требованиями рынка труда через систему объективных метрик. В основу архитектуры системы положена концепция «Тройного стандарта», обеспечивающая интеграцию международных профессиональных стандартов и фундаментальных психологических моделей. Технологическая реализация платформы на базе серверного стека Spring Boot и клиентской части Next.js в сочетании с хранением данных в формате JSONB в СУБД PostgreSQL гарантирует необходимую адаптивность модели предметной области и высокую производительность при обработке многомерных данных.

Основная часть. В качестве технологического фундамента выбран стек на базе языка Java с использованием фреймворка Spring Boot для серверной части и библиотеки React в связке с фреймворком Next.js для клиентской стороны. Данное сочетание технологий обеспечивает надежность промышленного уровня, необходимую для интеграции в ИТ-контур производственных предприятий [2].

Использование СУБД PostgreSQL позволило выполнить эффективное хранение описаний компетенций, вариантов ответов ситуационных тестов (SJT) и динамических шкал оценивания реализовано с применением типа данных JSONB. Это решение исключает необходимость жесткой фиксации схемы таблиц при добавлении новых методик оценки или изменении весовых коэффициентов индикаторов, что обеспечивает адаптивность системы к различным отраслевым стандартам.

Взаимодействие всех технических модулей программы детально отражено на структурной схеме (рисунок 1). Архитектура системы построена на четком разделении зон ответственности и включает четыре основных уровня.

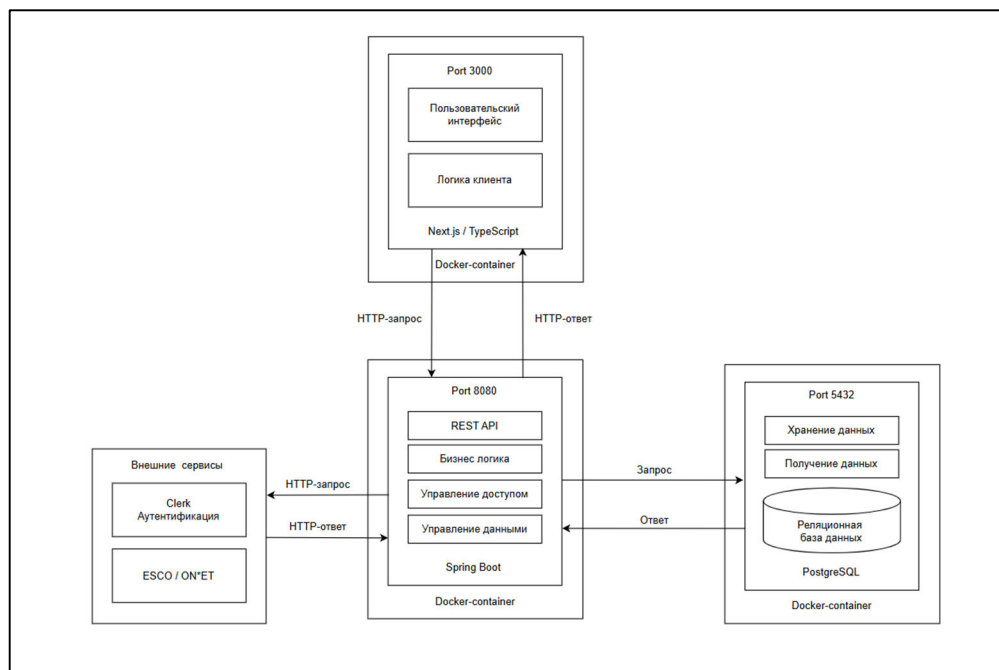


Рисунок 1 – Структурная схема взаимодействия компонентов веб-приложения для оценки гибких навыков

Согласно представленной схеме, техническая структура приложения включает следующие уровни:

1 Клиентская часть реализована на фреймворке Next.js. Данный модуль отвечает за формирование пользовательского интерфейса, управление состоянием приложения и обеспечение интерактивности процесса тестирования. Важной функцией является визуализация результатов оценки в виде графиков и диаграмм, что позволяет пользователю наглядно сопоставлять свои навыки с требуемыми профилями [2].

2 Серверная часть базируется на Spring Boot и выступает в роли центрального узла обработки информации. Серверный модуль реализует защищенный REST API, через который проходят все данные. Здесь сосредоточена основная бизнес-логика: алгоритмы автоматизированной сборки тестов, модули расчета баллов на основе ответов пользователя и механизмы интерпретации личностных качеств. Сервер обеспечивает разграничение прав доступа и безопасность передачи персональных данных сотрудников [2, 3].

3 База данных. PostgreSQL выполняет роль централизованного хранилища. В базе данных фиксируются профили пользователей, история прохождения тестов, нормативные значения для различных профессий и накопленная статистика. Использование механизмов индексации для полей JSONB гарантирует высокую скорость поиска и выборки данных даже при значительном объеме накопленных результатов оценки.

4 Внешние сервисы. Программа интегрирована с международными классификаторами профессий и навыков O*NET и ESCO. Эти сервисы предоставляют эталонные данные о компетенциях, необходимых для конкретных должностей. Интеграция позволяет сопоставлять результаты тестирования сотрудника с актуальными требованиями мирового рынка труда. Кроме того, на этом уровне задействована психологическая модель Big Five, выступающая фундаментом для интерпретации личностных черт и поведенческих паттернов работников [1, 4].

Визуальная составляющая приложения спроектирована с учетом различных сценариев использования. Зарегистрированные пользователи получают доступ к специализированному рабочему пространству. Страница пользователя с перечнем тестов приведена на рисунке 2.

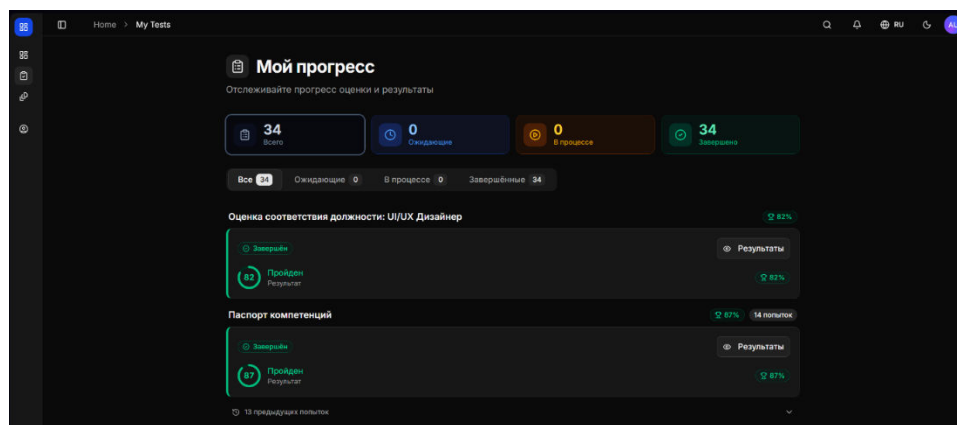


Рисунок 2 – Интерфейс пользователя: страница со списком тестов и статусом их выполнения

Данный интерфейс позволяет сотруднику отслеживать текущий прогресс и своевременно реагировать на назначенные планы оценки. Индивидуальные рекомендации, формируемые на основе анализа дефицитов навыков относительно стандартов O*NET, позволяют сотруднику сфокусироваться на наиболее критичных зонах развития, повышая его ценность в рамках производственного предприятия.

Заключение. В ходе выполнения работы спроектирована архитектура веб-приложения, обеспечивающая комплексную автоматизацию процессов оценки гибких навыков в производственной среде. Выбранный стек технологий доказал свою эффективность в создании защищенного и отзывчивого инструментария.

В работе реализована концепция «Тройного стандарта», объединяющей классификаторы O*NET и ESCO с фундаментальной психологической моделью Big Five. Это позволило создать универсальную систему метрик, которая переводит абстрактные понятия «мягких навыков» в плоскость объективных данных. Применение данного веб-приложения на производственных предприятиях позволяет кадровым службам более точно подбирать команды и планировать обучение персонала.

Список литературы

1. Моргунов, Е. Б. Управление персоналом: исследование, оценка, обучение : учебник для вузов / Е. Б. Моргунов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 424 с.
2. Васильев, А. Н. Java. Объектно-ориентированное программирование: учебное пособие / А. Н. Васильев. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 400 с.
3. Шмелев, А. Г. Практикум по психодиагностике. Психометрические основы / А. Г. Шмелев. – Москва : Издательство МГУ, 2014. – 164 с.
4. Бодров, В. А. Психология профессиональной пригодности. Учебное пособие для вузов / В. А. Бодров. – Москва : ПЕР СЭ, 2021. – 511 с.

UDC 004.774:004.4'2

WEB APPLICATION FOR SOFT SKILLS ASSESSMENT OF MANUFACTURING ENTERPRISE EMPLOYEES BASED ON REACT AND NEXT.JS FRAMEWORKS

Mukha E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article discusses the relevance of developing a web application for the automated assessment of soft skills among manufacturing enterprise employees. It describes the system architecture based on Next.js and Spring Boot frameworks, the principles of data storage using the JSONB format in PostgreSQL DBMS, and the integration of psychological models with international O*NET and ESCO standards.

Keywords: Soft skills, web application, manufacturing enterprise, Next.js, Spring Boot, PostgreSQL, JSONB, Big Five model, O*NET, personnel assessment.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Огиенко Н.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИППИЭ

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки веб-приложения для персонализации ювелирных украшений. Определены целевая аудитория, основные роли и их функциональные возможности. Сформулированы недостатки существующих аналогов и основные преимущества разрабатываемого веб-приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, клиент-серверная модель, ювелирные изделия, конструктор, Java, JavaScript

Введение. Рынок онлайн-торговли ювелирными изделиями представляет собой динамично развивающийся сегмент электронной коммерции, охватывающий цифровые платформы и веб-сайты, специализирующиеся на реализации ювелирной продукции – от классических изделий из драгоценных металлов и камней до современных дизайнерских коллекций в трендовых стилях. Размер глобального рынка ювелирных изделий в 2025 году оценивался в 381,54 миллиарда долларов США. Ожидается, что к 2033 году размер рынка достигнет 578,45 миллиарда долларов со среднегодовым ростом 5,5 % с 2026 по 2033 год. Рынок в первую очередь обусловлен ростом свободных средств, меняющимися модными тенденциями и растущим спросом на роскошные и персонализированные аксессуары [1].

Разработка данного веб-приложения направлена на решение двух взаимосвязанных проблем современного ювелирного рынка. С одной стороны, она отвечает растущему спросу потребителей на персонализированные изделия. С другой стороны, разработка решает проблему продвижения и поиска клиентов для независимых мастеров-ювелиров.

Основная часть. Разрабатываемое веб-приложение для персонализации ювелирных изделий представляет собой объединение возможностей онлайн-магазина и социальной сети для взаимодействия мастеров-ювелиров и покупателя. Платформа, где мастера могут продвигать свои работы, находить клиентов и получать заказы на изготовление индивидуальных украшений, а пользователи могут создавать собственные дизайны, используя 3D-конструктор.

Целевую аудиторию можно разделить на любителей украшений ручной работы и индивидуальных мастеров, у которых возникает проблема с поиском покупателей и продвижением своего продукта.

Разрабатываемая платформа предусматривает три основные роли пользователей, каждая из которых обладает определенным набором функциональных возможностей, соответствующих целям взаимодействия с платформой:

- покупатель – это конечный клиент, заинтересованный в приобретении персонализированных ювелирных изделий;
- мастер-ювелир представляет собой независимого специалиста, создающего и реализующего ювелирные изделия;
- администратор обеспечивает функционирование платформы в рамках установленных правил.

Общие функции пользователей:

- просмотр каталога изделий с возможностями поиска и фильтрации контента;
- постановка реакций и написание комментариев на опубликованные работы;
- общение с другими пользователями через чат;
- создание уникального эскиза украшения через встроенный визуальный конструктор;
- публикация созданного эскиза на страницу общих заказов для поиска исполнителя;

- заключение договора на изготовление ювелирного украшения;
- отслеживание статусов заказов;
- управление профилем.

Отдельные функциональные возможности, которые веб-приложение предоставляет ювелирам:

- публикация работ в каталоге с формированием персонального портфолио;
- возможность откликаться на заказы пользователей;
- инициирование создания договора на изготовление ювелирных украшений;
- просмотр статистики.

Функции, реализуемые администратором:

- модерация карточек изделий и комментариев;
- проверка и утверждение договоров, заключаемых между пользователями;
- управление конструктором.

Архитектура веб-приложения построена на разделении на клиентскую и серверную части, обеспечивающему гибкость, масштабируемость и удобство сопровождения. Система реализована в соответствии с архитектурным паттерном MVC (Model-View-Controller), что позволяет достичь четкого разделения логики приложения, представления данных и управления потоком информации.

Серверная часть приложения выполнена на языке Java с использованием фреймворка Spring Boot, что обеспечивает высокую производительность, надежность и масштабируемость приложения. Spring Boot упрощает конфигурацию и развертывание серверных компонентов, предоставляя встроенные инструменты для работы с базой данных, безопасности и создания REST API [2].

Интерфейс реализован на JavaScript с применением нативных возможностей языка и библиотек для работы с DOM, что позволяет создавать динамические и отзывчивые пользовательские интерфейсы. Использование современных возможностей JavaScript обеспечивает модульность кода, переиспользование компонентов и эффективное управление состоянием приложения, включая сложные интерактивные элементы, такие как визуальный конструктор ювелирных изделий [3].

Для хранения данных используется реляционная СУБД PostgreSQL, обеспечивающая целостность данных, поддержку сложных запросов и высокую производительность при работе с большими объемами информации [4].

Для 3D-визуализации изделий в конструкторе применяется библиотека Three.js, реализующая рендеринг на основе WebGL с поддержкой физически корректного освещения. Для обмена сообщениями в реальном времени используется WebSocket, обеспечивающий мгновенную доставку сообщений в чате между мастером и клиентом.

При проведении анализа существующих платформ были выявлены значительные пробелы в предоставленных на рынке решений для персонализации ювелирных изделий. Решения, которые на данный момент представлены на рынке, ориентированы на простую публикацию товаров. Также они фокусируются только на готовых изделиях, что ограничивает возможности персонализации. В большинстве случаев платформы выступают посредниками, ограничивая прямое общение между участниками, что усложняет процесс согласования деталей заказа.

Основные недостатки аналогов сводятся к следующему:

1 Отсутствие возможности для самостоятельной кастомизации изделий, что вынуждает пользователей ограничиваться готовыми решениями или взаимодействовать с консультантами вручную.

2 Недостаточная реализация прямого взаимодействия между мастером и клиентом. Большинство платформ выступают посредниками, усложняя согласование деталей заказа.

3 Отсутствие социальных функций, снижающих вовлеченность пользователей и ограничивающих возможности продвижения работ независимых мастеров.

4 Отсутствие механизма продвижения своих работ индивидуальных мастеров. Это делает малозаметными работы независимых ювелиров, особенно начинающих мастеров без бюджета на рекламу, и вынуждает их полагаться на внешние каналы (социальные сети, выставки).

Разрабатываемое веб-приложение обладает рядом существенных преимуществ, обеспечивающих комплексное решение задач персонализации ювелирных изделий и решающих недостатки существующих аналогов. Ключевым преимуществом является наличие встроенного визуального конструктора, позволяющего пользователям самостоятельно создавать эскизы уникальных изделий путем комбинации элементов из библиотеки с мгновенной 3D-визуализацией результата. Система реализует прямое взаимодействие между мастером и покупателем через интегрированный чат в реальном времени, исключая посреднические барьеры и упрощая согласование деталей заказа, сроков и стоимости. Для повышения вовлеченности и продвижения работ внедрены социальные функции, такие как лайки, комментарии и избранное. Особое значение имеет механизм публикации пользовательских проектов в общую ленту заказов, где мастера могут самостоятельно выбирать подходящие задания и откликаться на них, это дает возможность пассивного поиска клиентов и формирования портфолио. Для мастеров предусмотрены инструменты самопродвижения: персональные страницы для публикации работ, статистика просмотров и история выполненных заказов. Интеграция модуля договоров подряда с возможностью электронного согласования условий и модерации администратором повышает юридическую защищенность обеих сторон сделки.

Заключение. Таким образом, в данной статье рассматривается веб-приложение для персонализации ювелирных изделий, которое позволит покупателям легко находить или заказать уникальное ювелирное изделие, избежав сложностей, связанных с поиском мастеров. Это сэкономит время пользователя и сделает процесс взаимодействия более прозрачным. Для мастеров-ювелиров веб-приложение станет инструментом для продвижения своих работ, расширения клиентской базы и увеличения доходов.

Также в данной статье были изложены основные функциональные возможности системы для 3 основных ролей пользователей. Необходимость разработки данного проекта подтвердил анализ существующих аналогов, который выявил существенные недостатки действующих платформ.

Список литературы

1. Рынок ювелирных изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/jewelry-market>.
2. Java Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.oracle.com/en/java/>.
3. Руководство JavaScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript/Guide>.
4. Документация к PostgreSQL 18.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/current>.

UDC 004.42:739.2

WEB APPLICATION FOR JEWELRY PERSONALIZATION

Ogienko N.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the department of EPE

Annotation. This article examines the development of a web application for jewelry personalization. The target audience, key roles, and their functionality are identified. The shortcomings of existing applications and the key advantages of the web application under development are outlined.

Keywords: web application, client-server model, jewelry, designer, Java, JavaScript

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Писаренко Я.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассматривается актуальность программного средства для оформления и контроля выполнения заказов в сфере строительных работ, описывается архитектура программного средства, его функциональные возможности.

Ключевые слова: веб-приложение, оформление и контроль заказа, сфера строительных работ, эргономика.

Введение. На данный момент в сфере строительства Беларуси существует проблема отсутствия автоматизации работы между заказчиком, подрядчиком и поставщиком. Для оформления заказа, контроля выполнения работ и получения качественного результата заказчику необходимы объемные знания в сфере строительства. В современном обществе этими знаниями могут похвастаться единицы, поскольку для их получения необходимо профильное образование и существенная практика. Необходимость обращения к строительным и ремонтным работам возникает в обществе ежедневно в связи с вводом в эксплуатацию нового жилья, проведения обширных и мелких ремонтных работ, присутствия на рынке недвижимости строений, старших своего нормативного срока эксплуатации. Физические лица, обратившиеся в данную сферу в качестве заказчиков строительных работ, чаще всего сталкиваются с такими проблемами как выбор подрядчика поскольку непонятен путь поиска и критерии выбора специалиста. Следующей проблемой на пути заказчика является оценка стоимости работы исполнителя, его предложения. Для качественного решения данной проблемы необходимо привлечение узкого специалиста инженера-экономиста, что влечет дополнительные финансовые затраты, непредполагаемые заказчиком в момент формирования желания и бюджета для проведения ремонтно-строительных работ. Затем заказчик сталкивается с проблемой заключения договора с подрядчиком, который является плодом деятельности двух профильных специалистов юриста и инженера-экономиста, что опять же влечет дополнительные непредусмотренные расходы. В противном случае заказчик самостоятельно заключает неграмотный договор, что зачастую ведет к увеличению сроков и стоимости строительных работ, а также к брешам в защите интересов заказчика вплоть до заведомо слабой позиции в суде в случае возникновения судебных разбирательств во время или после оказания строительных работ. Процесс выполнения ремонтно-строительных работ также является большой проблемой для заказчика не имеющего специальных знаний, поскольку по закону функция контроля качества выполняемых строительных работ является обязанностью заказчика. Это в свою очередь требует от неграмотного в этой области заказчика привлекать двух специалистов: инженера-строителя и специалиста технического надзора.

В связи с вышеизложенными фактами, разработка приложения для автоматизации заказа и контроля выполнения заказов в сфере строительных работ, благоприятно скажется на экономической и социальной сфере Республики Беларусь, поскольку облегчит процесс проведения и оказания строительных услуг, что позволит увеличить объем оказываемых услуг и сократить число некачественно проведенных работ, что в свою очередь позволит сохранить финансовые ресурсы в данной области и перераспределить их в другие сферы жизни населения, тем самым увеличив уровень своей жизни. Также данное приложение поможет облегчить ситуацию в области экологии страны путем снижения отходов строительных материалов и работ, обеспечит более бережное использование ресурсов в сфере строительства.

С точки зрения эргономики, данное приложение решает ключевую проблему отрасли: высокий порог входа для заказчика, за счёт переноса экспертных функций с человека на систему. Оно выступает в роли структурированного цифрового посредника: заменяет хаотичный поиск подрядчиков персонализированным каталогом с рейтингами, компенсирует отсутствие юридических и технических знаний готовыми шаблонами документов и пошаговыми чек-листами, а также снижает когнитивную нагрузку за счёт автоматизации согласований, контроля сроков и объективной приёмки работ через инструменты сравнения с допусками. В результате сложный, стрессовый процесс превращается в управляемый, прозрачный рабочий контур, что минимизирует риски, ошибки и непредвиденные издержки для всех участников.

Основная часть. Языком программирования при разработке программного средства для оформления и контроля выполнения заказа в сфере строительных работ выбран Java, ввиду обеспечения им платформенной независимости, высокого уровня безопасности и поддержки многопоточности. Язык предоставляет обширное количество стандартных библиотек, возможности которых удовлетворяют все потребности при разработке программы [1].

Разделение сред разработки обусловлено специализацией языков и инструментов. IntelliJ IDEA является стандартом для Java-разработки благодаря глубокой интеграции с системами сборки (Maven/Gradle) и мощным инструментам рефакторинга кода. Это ускорит разработку бэкенда и минимизирует количество ошибок. Visual Studio Code, напротив, выбран за лёгкость и гибкость при работе с клиентскими технологиями. Обширная библиотека плагинов позволяет эффективно работать с JavaScript, HTML и CSS, а также подключаться к базе данных для быстрого тестирования запросов.

В качестве хранилища данных об аккаунтах и информации, выбрана база данных PostgreSQL. PostgreSQL – объектно-реляционная СУБД. Это значит, что она поддерживает и объектный, и реляционный подход [2]. В большинстве СУБД, рассчитанных на средние и небольшие проекты, есть ограничения по объёму базы и количеству записей в ней. В PostgreSQL ограничений нет [3].

Программное средство предназначено для решения задач, которые сформулированы как предоставление заказчику возможности быстрого и безопасного проведения строительных работ на всех этапах, автоматизация работы специалистов по привлечению высокооплачиваемых квалифицированных работников, создание единой платформы предложений в сфере строительных работ. В связи с этим возникает необходимость определения конечных пользователей программы.

Конечными пользователями программного средства являются заказчики строительных услуг, подрядчики, в качестве исполнителей заказываемых услуг, и поставщики, предоставляющие материалы как подрядчикам, так и поставщикам. Соответственно, веб-приложение имеет три модуля в которых отображается полный цикл взаимодействия между каждым двумя ролями: заказчик-подрядчик, заказчик-поставщик и подрядчик-поставщик.

Функциональность приложения охватывает полный цикл оформления и контроля выполнения заказа. Работа пользователя начинается с регистрации или входа в систему. Реализован механизм аутентификации, предусматривающий проверку корректности введённых данных и предоставление доступа к персонализированным функциям. После авторизации заказчик имеет возможность выбора подрядчика, а также возможность доступа к работе в модуле заказчик-подрядчик.

Также в веб-приложении реализован модуль взаимодействия заказчика и поставщика. Данный модуль включает в себя такие функции как: выбор необходимых материалов со стороны заказчика, выбор поставщика со стороны заказчика, просмотр и подписание пакета документов заказчик-поставщик, отказ от подписания данного пакета документов, а также просмотр операционного графика.

В приложении предусмотрен третий блок – модуль взаимодействия между подрядчиком и поставщиком.

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

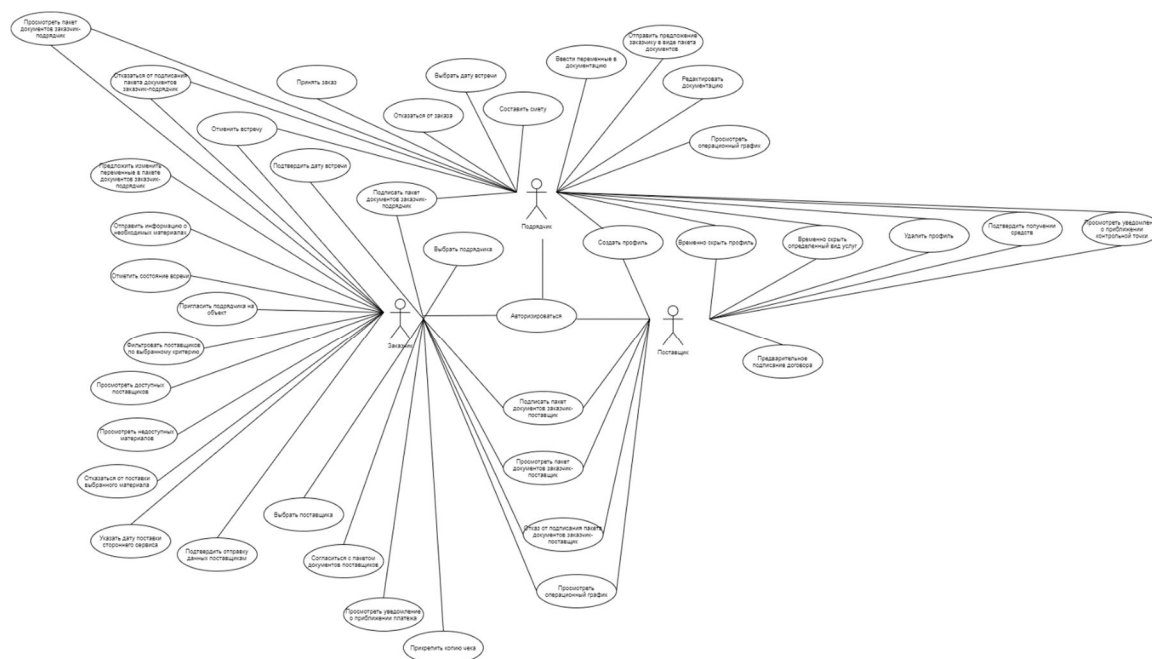


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения для оформления и контроля выполнения заказов в сфере строительных работ

Заключение. Разработанное программное средство позволяет оформлять заказы на выбранные услуги в сфере строительных работ, а также проводить контроль выполнения данных заказов, оказывает документальную поддержку всем задействованным сторонам на каждом этапе работы. В процессе проектирования и реализации были учтены современные требования к функциональности, надежности и удобству подобных сервисов.

Список литературы

- 1.Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sky.pro/wiki/java/оор-v-java-osnovnye-principy/>.
- 2.PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://blog.skillfactory.ru/glossary/postgresql/>.
- 3.PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://blog.skillfactory.ru/glossary/postgresql/>

UDC [004.774+624]:331.101.1

WEB APPLICATION FOR PLACEMENT AND CONTROL OF ORDERS IN THE FIELD OF CONSTRUCTION WORK AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Pisarenko Y.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parhomenko D.A. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. This paper examines the relevance of software for processing and monitoring orders in the field of construction, describes the software architecture and its functionality.

Keywords: web application, order processing and control, construction work, ergonomics.

ИНЕРЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Абдуллина А.А.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Научный руководитель: Шарипов И.И. – к.т.н., доцент кафедры ИГ

Аннотация. Рассмотрена проблема абразивного износа компрессоров газотурбинных установок из-за запыленности входного воздуха. Предложена конструкция инерционного сепаратора в качестве устройства предварительной очистки. Методом численного моделирования установлено, что при скоростях до 1 м/с эффективность улавливания частиц свыше 60 мкм достигает 96%. Внедрение устройства снижает риск аварий и повышает ресурс оборудования

Ключевые слова: промышленная безопасность, ГТУ, пылеулавливание, инерционный сепаратор, численное моделирование, абразивный износ, очистка воздуха, энергоэффективность

Введение. Газотурбинные установки занимают ключевое место в современной энергетике и промышленности, обеспечивая до 25–30% выработки электроэнергии [1]. Однако атмосферный воздух в промышленных зонах содержит значительное количество твёрдых абразивных частиц: кварцевая пыль, песок, зола, продукты коррозии металлов. Концентрация взвешенных частиц может достигать 50–100 мг/м³ в неблагоприятных условиях.

При попадании в проточную часть компрессора абразивные частицы вызывают эрозию рабочих лопаток, что приводит к снижению падению КПД установки и увеличению удельного расхода топлива. В критических случаях эрозия становится причиной вибрации, дисбаланса ротора и аварийной остановки энергоблока, что нарушает промышленную безопасность объекта и ведёт к значительным экономическим потерям [2]. Существующие системы воздухоочистки для ГТУ включают циклонные сепараторы, рукавные фильтры и фильтры тонкой очистки. Однако они имеют существенные недостатки: циклоны обладают высоким гидравлическим сопротивлением, что снижает мощность турбины; фильтры требуют частой замены и создают проблемы с утилизацией загрязнённых материалов. В контексте рационального природопользования и «зелёной» энергетики возникает потребность в энергоэффективных устройствах предварительной очистки с низким сопротивлением потоку.

В данной работе автором произведена оценка эффективности разработанного инерционного сепаратора для защиты входного тракта ГТУ от абразивных частиц в контексте повышения промышленной безопасности.

Основная часть. Предварительно была создана трехмерная модель устройства в программе КОМПАС-3D v23. Конструкция включает: входной патрубок прямоугольного сечения, корпус с пылесборным бункером, сепарационную решётку с V-образными элементами, расположенными в шахматном порядке навстречу к потоку, и выходной патрубок (рисунок 1). Принцип работы устройства следующий: запыленный газовый поток, проходя через сепарационные элементы, многократно искривляется, вследствие чего твёрдые частицы под действием инерционных и центробежных сил выбиваются из потока и отклоняются от линий тока газа. Отскочив от поверхности элементов, частицы попадают в застойные зоны с низкой скоростью и под действием гравитации осаждаются в пылесборный бункер, тогда как очищенный газ беспрепятственно выходит через выходной патрубок. А многопрофильная сепарационная решетка позволяет уменьшить эффект возвратных потоков, тем самым геометрия устройства оптимизирована для минимизации зон застоя и вторичных вихрей [3].

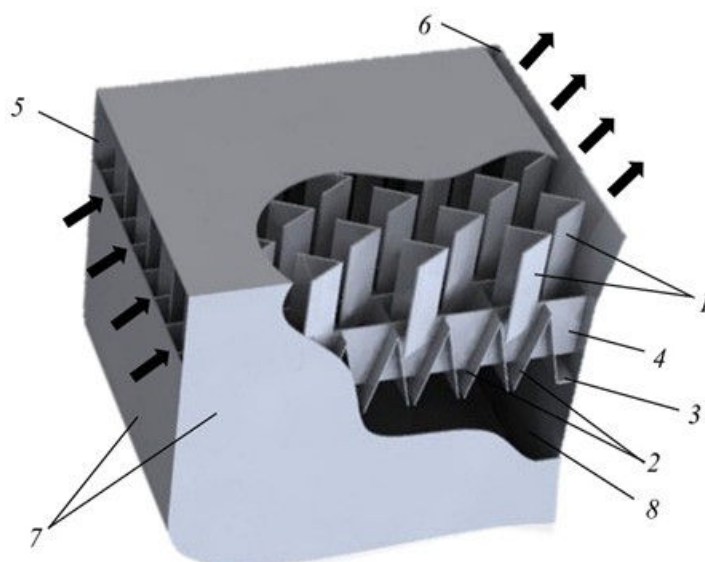


Рисунок 1 – Трехмерная модель устройства: 1 – сепарационные элементы; 2 – сепарирующая решетка; 3 – пластина; 4 – перпендикулярная пластина; 5 – входной патрубок; 6 – выходной патрубок; 7 – корпус; 8 – пылесборный бункер

Исследование проводилось методом вычислительной гидродинамики в программном комплексе ANSYS Fluent 2023 R1. Данный метод позволяет детально изучить структуру газового потока и траектории частиц без изготовления физического прототипа, что снижает затраты на исследование. На входе задавался профиль скорости от 0,5 до 5 м/с, на выходе – атмосферное давление, на боковых стенках – условие упругого отскока для частиц и прилипания на нижней части для имитации бункера. Также задавались следующие параметры частиц: плотность ρ 1000 кг/м³, диаметр от 10 до 200 мкм

В ходе серии вычислительных экспериментов получены зависимости фракционной эффективности улавливания от диаметра частиц при пяти различных скоростях входного потока w (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость фракционной эффективности E при различной скорости входного потока w

Диаметр частица a , мкм	Скорость входного потока w , м/с			
	0,5	1	3	5
	Фракционная эффективность E			
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
13	0,21	0	0	0
15	0,23	0	0	0
17	0,26	0,13	0	0
20	0,30	0,22	0	0
23	0,36	0,24	0	0
26	0,40	0,26	0	0
30	0,47	0,46	0,19	0
35	0,56	0,74	0,21	0
40	0,69	0,82	0,31	0,26
46	0,87	0,82	0,58	0,46
52	0,94	0,93	0,80	0,57

Продолжение таблицы 1

60	0,86	0,96	0,74	0,51
69	0,98	0,97	0,62	0,56
79	1	0,98	0,64	0,53
91	1	0,98	0,72	0,46
105	1	0,97	0,60	0,44
120	1	0,94	0,51	0,39
136	1	0,96	0,45	0,38
158	1	0,97	0,43	0,32
162	1	0,95	0,38	0,32
209	1	0,97	0,41	0,31

Анализ полученных значений показывает монотонный рост эффективности с увеличением диаметра частиц вследствие действия инерционных сил, выбивающих их из потока при огибании сепарационных элементов. Наибольшая эффективность достигается в диапазоне низких скоростей до 1 м/с: для частиц диаметром 40 мкм эффективность составляет 0,75, для 60 мкм – 0,9, для 79 мкм – 0,99. При увеличении входной скорости выше данного значения наблюдается резкое уменьшение эффективности, что связано с эффектом возврата частиц обратно в поток, так как после выбивания частицы из тока газа, при высоких скоростях она обладает достаточным значением импульса, позволяющим вернуться ей обратно в действующий поток. Данный эффект ограничивает применение устройства в высокоскоростных трактах пневмотранспорта, но не является препятствием для систем воздухозабора ГТУ, где скорости обычно не превышают 1–2 м/с.

Также было проведена оценка гидравлического сопротивления устройства при различных входных скоростях w (рисунок 2). В оптимальном режиме она не превышает 300 Па, что в 3–5 раз ниже показателей стандартных циклонов типа ЦН-15. Это критически важно для ГТУ, так как снижение сопротивления на входе позволяет сохранить мощность турбины и уменьшить расход топлива.

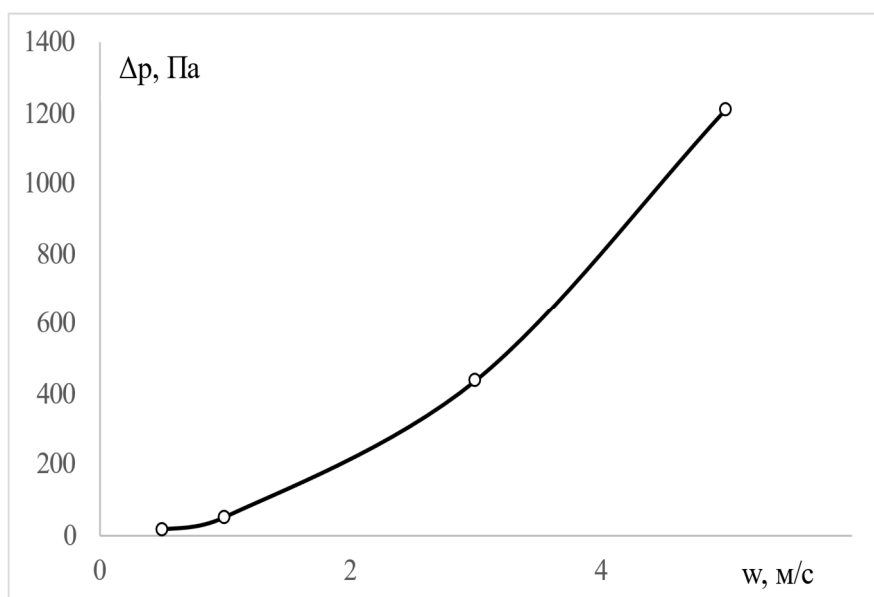


Рисунок 2 – График зависимости гидравлического сопротивления устройства Δp от скорости входного потока w

С точки зрения промышленной безопасности внедрение данной конструкции позволяет решить ряд критических задач. Снижение концентрации абразивных частиц на входе в компрессор способствует увеличению межремонтного периода оборудования на 20–30% за

счет уменьшения эрозионного износа лопаток. Кроме того, предотвращение неравномерного износа проточной части минимизирует риск возникновения дисбаланса ротора и внезапных аварийных остановок энергоблока. Низкое энергопотребление системы аспирации и возможность использования устройства в качестве первой ступени очистки также соответствуют принципам рационального природопользования и экологической безопасности предприятия [4].

Заключение. По итогам проведенного численного исследования подтверждена работоспособность разработанной модели инерционного сепаратора для условий эксплуатации газотурбинных установок. Установлено, что оптимальным режимом работы устройства является диапазон входных скоростей до 1 м/с, в котором аппарат обеспечивает высокую степень очистки воздушного потока от частиц размером более 40 мкм с эффективностью от 80%. При этом гидравлическое сопротивление не превышает 300 Па, что позволяет интегрировать сепаратор во входной тракт без существенной потери мощности турбины.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются изготовление физического прототипа для экспериментальной верификации расчетных данных, оптимизация геометрических параметров сепарационной решетки для расширения рабочего диапазона скоростей, а также экономическая оценка эффективности внедрения устройства на действующих энергообъектах ГТУ.

Исследование выполнено в рамках гранта Академии Наук Республики Татарстан на поддержку программ развития передовых инженерных школ республиканского значения «ТурбоПИШ», соглашение ИПИШ от 19.12.2025 г.

Список литературы

1. Методы очистки от угольной пыли уходящих газов на ТЭЦ / М. В. Маслובитов, Д. А. Козлов, Д. М. Булгаков, А. В. Рязанцева // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 73-3. – С. 104-109. – DOI 10.18411/tj-05-2021-111. – EDN BHWQZQ.
2. Способы очистки сопловых лопаток газотурбинного двигателя от оксидов металлов / Д. И. Логинова, Д. Д. Фомина, О. А. Федотова, В. З. Пойлов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2023. – № 1. – С. 19-34. – DOI 10.15593/2224-9400/2023.1.02. – EDN CRVOLK.2
3. Сепарационное устройство с дугообразными элементами для улавливания частиц катализатора в реакторе с псевдоожиженным слоем / В. Э. Зинуров, Э. И. Салахова, А. В. Дмитриев [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 4. – С. 62-66. – DOI 10.55421/1998-7072_2024_27_4_62. – EDN AVLDP.
4. Технико-экономическое обоснование внедрения сепарационных устройств с дугообразными элементами в реакторах с псевдоожиженным слоем / В. Э. Зинуров, Э. И. Салахова, И. Н. Мадыев, А. А. Абдуллина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2023. – № 12(230). – С. 36-49. – DOI 10.46554/1993-0453-2023-12-230-36-49. – EDN IJLPLT.

UDC 621.438:621.928

INERTIAL SEPARATOR FOR IMPROVING INDUSTRIAL SAFETY OF GAS-TURBINE INSTALLATIONS

Abdullina A.A.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Sharipov I.I. – Cand. of Sci., associate professor of the department of IG

Annotation. The problem of abrasive wear of gas turbine compressors due to dustiness of the inlet air is considered. The design of an inertial separator as a pre-treatment device is proposed. By numerical modeling, it is established that at speeds up to 1 m/s, the efficiency of capturing particles over 60 μm reaches 96%. The device implementation reduces the risk of accidents and increases the equipment resource.

Keywords: industrial safety, GTE, dust collection, inertial separator, numerical modeling, abrasive wear, air purification, energy efficiency

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛИЧНЫМИ ФИНАНСАМИ С АНАЛИТИКОЙ РАСХОДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ БЮДЖЕТА

Бакун А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлено веб-приложение для управления личными финансами с функциями учета, аналитики и прогнозирования бюджета. Описаны функционал, архитектура системы и эргономическое проектирование интерфейса. Особое внимание уделено эргономическому проектированию интерфейса. Разработанное веб-приложение повышает наглядность финансовой информации и упрощает планирование бюджета.

Ключевые слова: веб-приложение, личные финансы, эргономическое проектирование, интерфейс, прогнозирование бюджета

Введение. Рост интереса к управлению личным бюджетом обусловлен необходимостью контроля расходов в текущих экономических условиях. Многие пользователи по-прежнему ведут учёт вручную, что требует значительных временных затрат и часто приводит к ошибкам [1]. Существующие на рынке решения имеют ряд ограничений. Например, сервис «Дзен-мани» обладает широким функционалом, но сложен для освоения новичками [2]. Приложение «CoinKeeper» отличается простотой, но не имеет веб-версии и инструментов прогнозирования [3]. Банковские сервисы вроде «Альфа-Мобайл» ориентированы на транзакции, а не на планирование [4].

Целью данной работы является разработка веб-приложения для управления личными финансами. Система должна обеспечивать учет операций, глубокую аналитику и прогнозирование бюджета. Важным аспектом выступает эргономичность интерфейса, так как работа с финансовыми данными требует высокой концентрации.

Основная часть. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить анализ существующих аналогов веб-приложений для управления финансами;

- определить список функций, необходимых для эффективной работы системы;

- осуществить эргономическое проектирование приложения;

- разработать сценарии взаимодействия пользователя с системой.

Для реализации задач разработан следующий функционал приложения:

- регистрация и авторизация пользователя;

- добавление операций дохода и расхода;

- просмотр аналитики расходов по категориям и месяцам;

- установка месячных лимитов для категорий расходов;

- создание и отслеживание финансовых целей;

- прогнозирование будущих доходов и расходов.

Деятельность пользователя зависит от выполняемых им действий в ходе работы в системе. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования данного проекта.

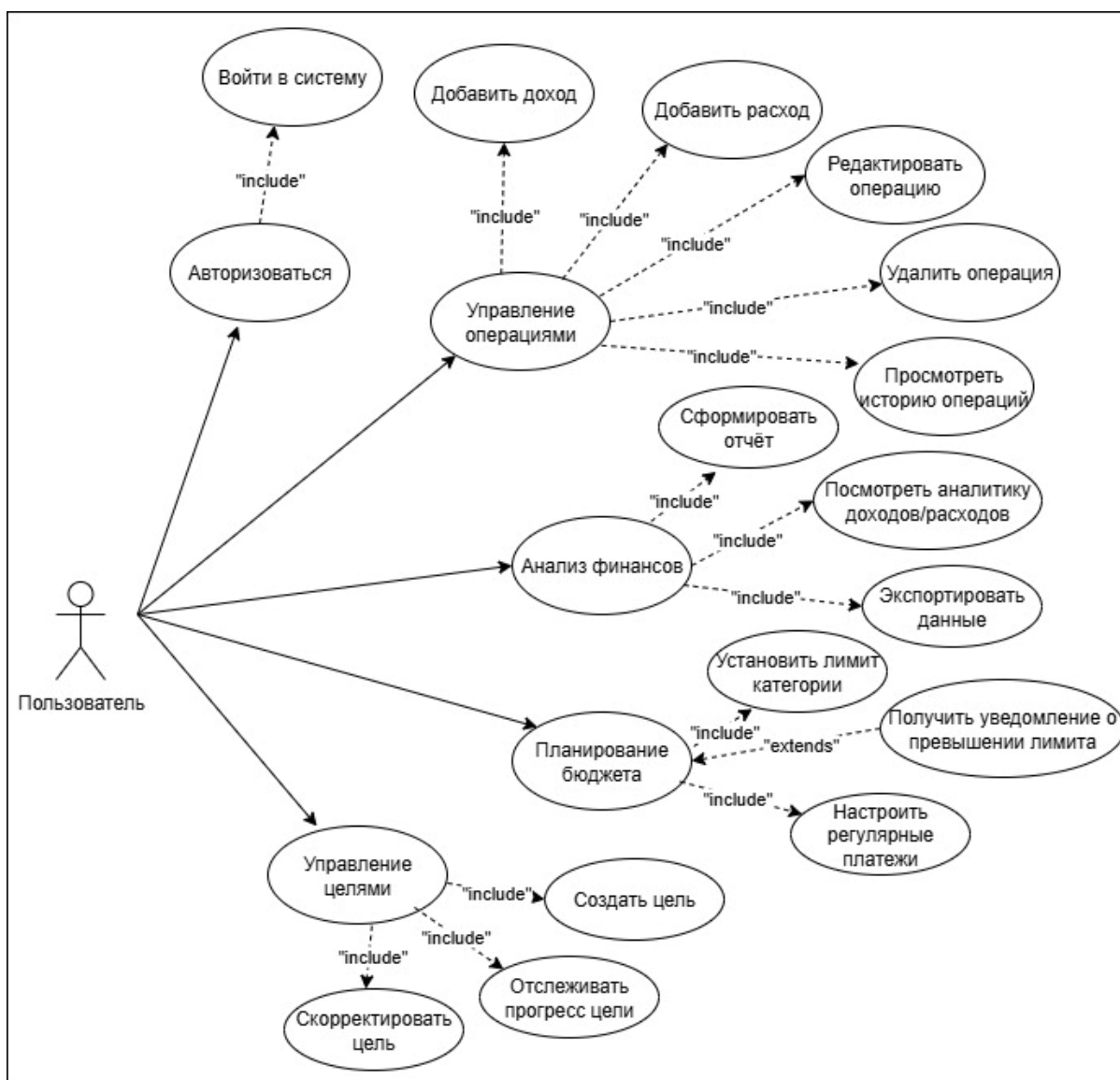


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма вариантов использования описывает функции системы, которые могут быть выполнены актёрами [5]. Основным актёром выступает Пользователь, который взаимодействует с системой для достижения финансовой дисциплины. Система берет на себя задачи хранения данных, их обработки и вычислений. Веб-приложение реализовано на основе архитектуры «клиент-сервер». Это обеспечивает кроссплатформенность и доступность с любого устройства.

Разработка велась в среде Visual Studio Code под операционной системой Windows 10. Серверная часть написана на языке Ruby с использованием фреймворка Ruby on Rails, что обеспечивает чистоту кода и удобство масштабирования. Клиентская часть реализована на TypeScript, что позволяет повысить надёжность кода за счёт статической типизации. Для хранения данных выбрана реляционная СУБД PostgreSQL, гарантирующая целостность и надёжность финансовой информации.

При проектировании интерфейса использовались принципы эргономики систем «человек-компьютер-среда» [6]. Были сформулированы единичные эргономические требования по группам «Управляемость» и «Освояемость». Особое внимание уделено визуальной иерархии: ключевые действия вынесены на главный экран, а второстепенные функции сгруппированы в меню. Цветовая схема построена с учётом финансовых стереотипов: красный цвет обозначает расходы, зелёный – доходы, что позволяет пользователю мгновенно считывать информацию. Размер шрифта основного текста

установлен не менее 14 sp, а интерактивные элементы имеют достаточную площадь для комфортного нажатия на сенсорных экранах.

Оценка эргономичности проводилась по бинарной шкале с учетом весовых коэффициентов. Эргономическое свойство «Управляемость» составило 0,912. Эргономическое свойство «Освояемость» достигло значения 1,0. Итоговая эргономичность системы рассчитывалась по методике Шупейко (1).

$$Э = (0,912 * 0,8) + (1 * 0,2) = 0,929 \quad 1)$$

Высокое значение показателя свидетельствует о качественной проработке интерфейса. В ходе анализа выявлено требование, потребовавшее доработки – логичная группировка элементов управления. Для решения предложено использовать плавающую панель действий в нижней части экрана. Сценарий взаимодействия включает интуитивную навигацию и систему подсказок для новых пользователей.

Заключение. В процессе разработки приложения проанализированы основные запросы потенциальных пользователей. Изучены аналоги разрабатываемого приложения. Выполнены этапы эргономического проектирования. В результате проектирования разработано веб-приложение. Это является наиболее оптимальным решением с точки зрения удобства использования.

Веб-приложение реализует функционал сервиса для управления личными финансами. Его преимуществами являются глубокая аналитика и прогнозирование бюджета. Эргономичный интерфейс снижает риск ошибок пользователя. В дальнейшем планируется интеграция с банковскими API. Также возможно добавление элементов геймификации для повышения мотивации.

Список литературы

1. Управление личными финансами в современных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-lichnymi-finansami-v-sovremennyh-usloviyah>. – Дата доступа: 24.02.2026.
2. Дзен-мани [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zenmoney.ru/>. – Дата доступа: 24.02.2026.
3. CoinKeeper [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://about.coinkeeper.me/>. – Дата доступа: 24.02.2026.
4. INSNC - мобильный банк онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alfabank.by/insnc-app/>. – Дата доступа: 24.02.2026.
5. UML – что это за язык моделирования и зачем нужен [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/uml/> – Дата доступа: 26.02.2026.
6. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина»: пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2017. – 77 с..

UDC 004.774:366.2

WEB APPLICATION FOR PERSONAL FINANCE MANAGEMENT WITH EXPENSE ANALYTICS AND BUDGET FORECASTING, AND ITS ERGONOMIC DESIGN

Bakun A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nikolaev A.Y. – assistant of the department of EPE

Annotation. The paper presents a web application for personal finance management with features for tracking, analytics, and budget forecasting. The functionality, system architecture, and ergonomic interface design are described. Special attention is paid to the ergonomic design of the interface. The developed web application increases the visibility of financial information and simplifies budget planning.

Keywords: web application, personal finance, ergonomic design, interface, budget forecasting

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Близнюк А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Щербина Н.В. – ст. преподаватель кафедры ИПИЭ

Аннотация. Данная статья содержит в себе примеры интеграций искусственного интеллекта в современные информационные системы на примере крупнейшей компании Walmart, предоставляет краткие сведения о способах интеграции ИИ, а также описывает принцип создания ИИ-моделей. Определен оптимальный способ интеграции ИИ в предметной области – автоматизированная рассылка релизных писем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеграция искусственного интеллекта, ИИ-ассистент, ИИ-агент, автоматизация процессов средствами ИИ, автоматизированная рассылка релизных писем.

Введение. Активное развитие средств машинного обучения и искусственного интеллекта (далее – ИИ) оказывает непосредственное влияние на современные информационные системы различными способами: расширение доступных функций, повышение эффективности и скорости обработки данных системами.

Внедрение искусственного интеллекта в приложения и системы является распространенной тенденцией на рынке современных приложений и систем в различных отраслях, так как позволяет сократить количество человеческих ошибок, а также снизить количество механических операций, выполняемых человеком.

Основная часть. Интеграция искусственного интеллекта в информационные системы позволяет расширить их функционал, а также улучшить производительность. Предоставим определение понятию «искусственный интеллект» в соответствии с законодательными нормами РБ. Искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (в том числе самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека, и включающий в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение, процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений [1]. Принцип работы ИИ заключается в сочетании большого объема данных с возможностями быстрой, итеративной обработки и интеллектуальными алгоритмами, что позволяет программам автоматически обучаться на базе закономерностей и признаков, содержащихся в данных [2]. Рассмотрим примеры использования ИИ в различных отраслях современного мира.

В сфере ретейла искусственный интеллект широко применяется в компании Walmart, которая является одной из крупнейших сетей розничной торговли в США. Возможности искусственного интеллекта интегрированы в интернет-магазин сети и используются для улучшения клиентского опыта при работе с ним: улучшено описание товаров, поиск товаров по каталогу, а также персонализации ассортимента под конкретного клиента. Для персонализации ассортимента используется ИИ-модель, которая носит название «Wallaby». Модель была обучена на данных компании о пользовательском поведении в рамках стратегии «Adaptive retail», которая диктует компаниям необходимость быстро адаптироваться к меняющимся потребностям клиентов. По результатам исследований было выявлено, что интеграция ИИ в электронную коммерцию сети позволило значительно увеличить ее показатели.

Также компания Walmart активно использует ИИ-помощников для своих сотрудников розничных магазинов. Голосовой помощник «Ask Sam» помогает сотрудникам находить продукты, проверять цены и получать доступ к информации о магазинах в более чем 5000 точек, повышая эффективность и вовлеченность клиентов, предоставляя легкодоступную ключевую информацию [3]. Использование голосовых помощников является распространенным вариантом работы с искусственным интеллектом среди представителей

розничного бизнеса, так как позволяет значительно снизить затраты на работу сотрудников. Таким образом, были рассмотрены примеры использования возможностей искусственного интеллекта в одной из самых крупных компаний мира.

Помимо интеграции искусственного интеллекта в крупные мировые компании его возможности могут быть широко использованы и в других предметных областях, к примеру, в автоматизированных рассылках. Рассылка релизных писем представляет собой особую область, тесно связанную с процессом разработки программного обеспечения. Данная область является обязательным этапом в процессе имплементации нового функционала, так как позволяет конечным пользователем ознакомиться с ним. Рассмотрим предметную область автоматизированных рассылок релизных писем. В данной предметной области интеграция ИИ расширяет функциональные возможности системы, ускоряет процесс совершения пользователем целевого действия – формирование и рассылка релизного письма. Рассмотрим веб-приложение Unisender, которое осуществляет автоматизированные рассылки. В данное веб-приложение также интегрирован ИИ-ассистент, который позволяет создать контент, соответствующий потребностям и запросам аудитории [4]. Также в рассылке релизных писем возможно применение интеграций искусственного интеллекта с целью проверки контента письма на наличие ошибок, перевода на другие языки. Таким образом, определим, что в рамках данной предметной области ИИ может выполнять следующие задачи: генерация контента, перевод на другие языки, проверка на наличие ошибок.

В современных информационных системах возможно использование искусственного интеллекта различными способами в зависимости от задач, которые на него возлагают: ИИ-ассистенты, автоматизация процессов средствами ИИ, ИИ-агенты.

Дадим краткое описание каждому из способов. ИИ-ассистенты являются самым распространенным и дешевым способом интеграции искусственного интеллекта в информационную систему. ИИ-ассистент – это искусственный интеллект, адаптированный под конкретные задачи за счет интерфейса и базы для обучения нейросети [5]. В задачи ИИ-ассистента входит помощь человеку-пользователю в выполнении его задач: использование подсказок, генерация текста. Отметим, что, на данный момент времени, ИИ-ассистент является одним из самых доступных и распространенных способов интеграции искусственного интеллекта.

Автоматизация процессов – системы, которые умеют планировать шаги и выполнять цепочки действий (например, искать информацию, вызывать инструменты, формировать результат) [6]. Данный способ интеграции в бизнес-процессы компаний позволяет значительно сократить расходы на персонал и ускорить работу, так как подразумевает выполнение полного цикла операций.

ИИ-агенты (AI-агенты, агенты с искусственным интеллектом), по общему определению, есть (представляют собой) автономные системы, которые используют методы искусственного интеллекта для выработки обоснованных решений при достижении поставленных целей [7]. Данный способ интеграции позволяет делегировать выполнение сложных операций, подразумевающих принятие решение, искусственному интеллекту, что ускоряет скорость обработки данной информации, снижает риск ошибочно проведенного анализа данных, но также увеличивает риск принятия ошибочного решения.

Представленный выше список возможных интеграций искусственного интеллекта в современные информационные системы не являются окончательным, так как данная технология является активно развивающейся, но придерживается единых принципов работы. В рамках предметной области – рассылка релизных писем определим оптимальным способом интеграции ИИ – ИИ-ассистент, так как на основании представленного описания он может выполнять все поставленные задачи. Рассмотрим принцип построения моделей ИИ, который позволяет понять способ их работы.

Первым этапом является подготовка качественного набора данных, который будет соответствовать целям работы модели ИИ. На основании подготовленных наборов данных происходит обучение модели ИИ с использованием методов машинного обучения. Машинное обучение – это метод анализа данных, который автоматизирует построение аналитической модели [8]. Данный этап является одним из самых важных, так как его результаты напрямую влияют на качество работы обученной модели. Отметим, что современные модели ИИ

находятся в состоянии постоянного обучения на основании данных, которые к ним поступают. После обучения и моделирования модели происходит ее проверка и тестирования, успешное прохождения которого позволяет внедрить ее в работу. Таким образом, ИИ модели построены на принципе постоянного обучения на основании предоставленных данных.

На основании предоставленной информации можно сделать вывод, что процент использования искусственного интеллекта в современных информационных системах активно растет, компании внедряют ИИ-модели в свои внутренние бизнес-процессы с целью их оптимизации. При этом существуют различные способы внедрения искусственного интеллекта в работу информационных систем на основании поставленных задач.

Заключение. Предоставлены примеры интеграции искусственного интеллекта в современные информационные системы на основании данных крупнейшей компании в области розничного бизнеса. Описаны способы интеграции ИИ в системы, доступные функции для каждого из способов, на основании представленного описания определен оптимальный способ интеграции ИИ в предметной области – автоматизированная рассылка релизных писем. Таким способом интеграции стал – ИИ-ассистент, как наиболее экономически выгодный, выполняющий все необходимые функции. Также рассмотрен принцип построения ИИ-моделей с описанием каждого этапа построения, что позволяет ознакомиться со способом работы искусственного интеллекта и сделать вывод о его работе.

Список литературы

1. Постановление совета министров Республики Беларусь от 21 апреля 2023 г. №280 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 г. № 136» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://etalonline.by/document/?regnum=c22300280>. – Дата доступа: 10.01.2026.
2. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-2/viewer>. – Дата доступа: 10.01.2026.
3. ИИ в ретейле: опыт мирового гиганта Walmart [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://napoleonit.ru/blog/ii-v-riteyle-opyt-mirovogo-giganta-walmart>. – Дата доступа: 20.01.2026.
4. Создать или улучшить письмо с помощью AI-ассистента [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.unisender.com/ru/support/letter/newbuilder/kak-ispolzovat-ai-assistenta/#anchor-1>. – Дата доступа: 20.01.2026.
5. Личный ИИ-ассистент [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/56850/1/Mahnovich_Lichnyj.pdf. – Дата доступа: 25.01.2026.
6. Искусственный интеллект – что это такое и как работает [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/iskusstvennyj-intellekt/>. – Дата доступа: 25.01.2026.
7. О кибербезопасности ИИ-агентов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kiberbezopasnosti-ii-agentov/viewer>. – Дата доступа: 01.02.2026.
8. Машинное обучение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnoe-obuchenie/viewer>. – Дата доступа: 01.02.2026.

UDC 004.8:004

THE USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN INFORMATION SYSTEMS

Blizniuk A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shcherbina N.V. – Senior Lecturer at the department of EPE

Аннотация. The article includes examples of integrations of Artificial Intelligence in modern information systems in the Walmart company, provides short description about ways of Artificial Intelligence integration and describes main principles of designing AI-models. The optimal way of Artificial Intelligence integration in the specific area – release notes has been defined.

Ключевые слова: artificial intelligence, artificial intelligence integrations, AI-assistant, AI-agent, processes automation by using AI, automative release notes.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ СТУДЕНТА К ВНЕШНИМ ДИСТРАКТОРАМ В УСЛОВИЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Букишта С.А., Попов С.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техн. и тех., ст. преподаватель ИПиЭ

Аннотация. В работе исследуется влияние цифровой интерференции на когнитивную устойчивость студентов в условиях прерываемой деятельности. Определены модели адаптации к стрессовой нагрузке, среди которых преобладает эффект «когнитивного разогрева» – рост продуктивности после устранения дистракторов. Результаты показывают, что контролируемый когнитивный стресс может выступать инструментом временной интенсификации внимания, если интенсивность помех не превышает ресурсный порог индивида.

Ключевые слова: когнитивная адаптация, внимание, габитуация, стрессовая нагрузка

Введение. Эффективность обучения напрямую взаимосвязана с когнитивной устойчивостью студента к интерференции. В современных условиях основной формой помех выступают цифровые уведомления, которые вынуждают мозг к постоянному переключению между основной интеллектуальной задачей и второстепенным дистрактором.

Основная часть. Проблема «прерываемой деятельности» в IT-образовании заключается в том, что каждое уведомление вызывает реконфигурацию когнитивной установки. В рамках данного исследования изучается не абстрактное внимание, а процесс адаптации – способности системы минимизировать «цену переключения» при многократном воздействии помех.

Научная новизна работы заключается в анализе особенностей процесса адаптации когнитивных процессов к внешним дистракторам на примере ситуации возврата к решению логических задач после принудительного прерывания. Основные положения исследования базируются на модели ресурсного ограничения внимания, теории выделения значимого сигнала на фоне шума и понятии эффекта габитуации [1, 2].

Цель работы заключается в эмпирическом исследовании динамики когнитивной адаптации студентов к условиям цифровой интерференции.

Задачи исследования: количественно оценить показатели интенсивности внимания в условиях информационной перегрузки; определить уровень адаптации; определить типичные модели адаптации; выявить наличие эффекта габитуации с постепенного привыкания к дистракторам в ходе выполнения однотипных логических операций.

Этапы эксперимента предполагают создание условий для последовательного возникновения у испытуемого определенных функциональных состояний. Методика исследования заключается в выполнении тестовых задач в режиме без помех и в ситуации цифровой интерференции. Для реализации методики эксперимента был разработан веб-сайт, позволяющий собрать данные о продуктивности испытуемых при выполнении задач: фиксируется время, затраченное на решение задачи и количество совершенных ошибок на каждом этапе. Сложность задач (операций сложения и вычитания двухзначных чисел) во всех тестовых блоках одинакова. Каждый блок задач соответствует этапу эксперимента.

Блок А – этап стабилизации: решение 10 задач для фиксации индивидуальной нормы скорости и точности испытуемого.

Блок В – этап дезорганизации и адаптации: решение 10 задач, осложненных появлением модальных окон, представляющих собой дистракторы, с переменным интервалом (1-7 сек.), что имитирует условия информационной перегрузки.

Блок С – этап реституции (восстановления): решение финальных 10 задач в условиях отсутствия помех для выявления эффекта «когнитивного последствия», отражающего

особенности выполнения задач после стрессового блока.

Показатель адаптации определяется на основании данных выполнения «стрессового» блока. Учитывается время, а также правильность выполнения тестовых задач. Сравниваются показатели интенсивности внимания в первой половине этапа, представляющий условный период первичной дезорганизации, и во второй, являющейся периодом стабилизации [3]. Сокращение временных затрат к концу блока можно рассматривать как формирование механизма торможения помех и привыкание к дистрактору.

Сравнивая успешность выполнения испытуемыми тестовых задач в блоке А и блоке С (исходной нормы с результатами финального этапа), оценивается степень когнитивной активации. Если после исчезновения помех скорость решения превышает базовые значения, это интерпретируется как эффект эустресса, когда динамика свидетельствует о том, что контролируемый стресс от интерференции вывел систему внимания на более высокий уровень продуктивности, сохранившийся и после устранения дистракторов [4]. В данном случае стрессовой блок проявил себя в качестве разминки для мозга. В противном случае уместно говорить о когнитивном утомлении испытуемого, характеризующимся истощением ресурсов внимания.

В рамках эмпирического исследования было проанализировано 83 результата прохождения методики. Полученные данные позволили выделить четыре типичные модели когнитивного поведения, различающиеся по характеру адаптации и когнитивных последствий.

Модель «Продуктивной адаптации» продемонстрировали 26,5% испытуемых. Она характеризуется успешным привыканием к помехам внутри стрессового блока, отображающихся в положительном показателе характере адаптации. После исчезновения дистракторов человек работает значительно быстрее, чем в начале теста. Это демонстрирует высокую пластичность внимания и формирование устойчивых когнитивных фильтров, превращающих стресс в фактор разогрева когнитивных функций.

Модель «Реактивной мобилизации» наблюдается у более 31% испытуемых. В данной модели субъект не достигает габитуации внутри блока с помехами, что отражается в отрицательном коэффициенте адаптации. Однако это компенсируется предельной концентрацией, что после снятия нагрузки приводит к кратковременной мобилизации и характеризуется превышением скорости работы испытуемого в финале над исходной нормой.

Модель «Истощающей адаптации» зафиксирована у примерно 18% испытуемых. В данном случае наблюдается успешный процесс адаптации к помехам внутри блока, однако это требует чрезмерных энергетических затрат. В результате после исчезновения помех скорость работы падает ниже базового уровня, что говорит об истощении когнитивного ресурса.

Модель «Когнитивного утомления» выявлена у 24,1% испытуемых. Она отражает перегрузку системы внимания: испытуемый не успевает адаптироваться к прерываниям и тратит избыточные силы на попытки восстановить контекст задачи. Наступает преждевременное утомление, при котором даже после устранения дистракторов продуктивность остается низкой. В данной модели цифровая интерференция выступает как исключительно деструктивный фактор, приводящий к снижению производительности и упадку эффективности.

Процентное соотношение моделей продемонстрировано на рисунке 1.

Анализ данных показывает, что влияние цифровой интерференции определяется характером ответа на стрессовую нагрузку, представленную на этапе дезорганизации. Преобладание моделей продуктивной адаптации и реактивной мобилизации (57,8% выборки) показывает, что такая нагрузка может выступать катализатором продуктивности в качестве эустресса. В то же время модели истощения и утомления (42,2%) указывают на существование ресурсного порога, за которым стрессовая нагрузка ведет к деградации деятельности. Выявленный превалирующий эффект разогрева позволяет рассматривать контролируемый когнитивный стресс как инструмент временной интенсификации функций внимания в цифровой среде.

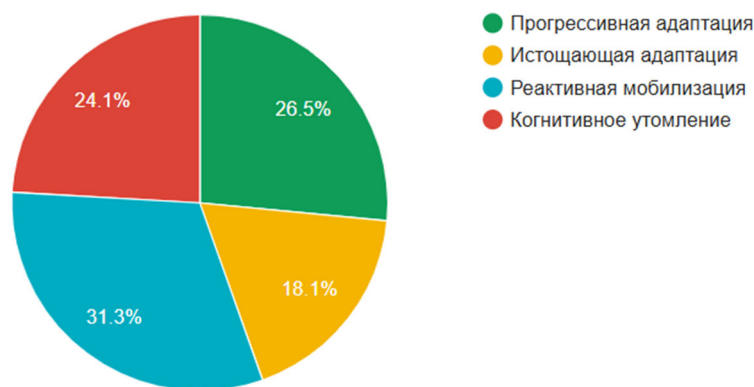


Рисунок 1 – Диаграмма процентного соотношения

Заключение. На основе проведенного исследования установлено, что процесс когнитивной адаптации к цифровой интерференции носит вариативный характер. Выявленные модели демонстрируют, что стрессовая нагрузка на этапе дезорганизации может привести к эффекту когнитивного разогрева, в то время как при превышении индивидуального ресурсного порога адаптация сменяется истощением и утомлением системы внимания.

Список литературы:

1. Когнитивный ресурс структура, динамика и развитие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lib.ipran.ru/public/upload/papers/paper_27465403.pdf.
2. Габитуация: модели, механизмы, значение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://life-practic.ru/blog/obshchie-voprosy/gabituacziya/>.
3. Количественная оценка продуктивности внимания в методике «Корректирующая проба» Б. Бурдона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kolichestvennaya-otsenka-produktivnosti-vnimaniya-v-metodike-korrekturnaya-proba-b-burdona>.
4. The Short-Term Stress Response – Mother Nature’s Mechanism for Enhancing Protection and Performance Under Conditions of Threat, Challenge, and Opportunity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5964013/#:~:text=Short%2Dterm%20stress%20may%20also,training%2Dinduced%20stress%2Doptimization_.

UDC 004.5:159.9–044.332

FEATURES OF ADAPTATION OF STUDENT'S COGNITIVE PROCESSES TO EXTERNAL DISTRACTIONS IN THE CONTEXT OF INTELLECTUAL ACTIVITY

Bukshta S.A., Popov S.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The paper examines the effect of digital interference on the cognitive stability of students in conditions of interrupted activity. The models of adaptation to stress have been identified, among which the effect of «cognitive warming up» prevails – an increase in productivity after the elimination of distractors. The results show that controlled cognitive stress can act as a tool for temporary intensification of attention if the intensity of interference does not exceed the individual's resource threshold.

Keywords: cognitive adaptation, attention, habituation, stress load

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДБОРА И БРОНИРОВАНИЯ ЭКСКУРСИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Буяновская А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена структура веб-приложения для подбора и бронирования экскурсионных услуг, ориентированное на повышение удобства и эффективности взаимодействия пользователя с цифровыми туристическими сервисами. Описан функционал системы, особое внимание уделено вопросам эргономического обеспечения веб-приложения. Для формализации функциональных требований разработана диаграмма вариантов использования, отражающая основные процессы взаимодействия пользователя с системой.

Ключевые слова: веб-приложение, бронирование экскурсий, туристические услуги, эргономика интерфейса, пользовательский опыт

Введение. С развитием цифровых сервисов в туризме наблюдается тенденция к самостоятельному планированию путешествий, ключевую роль в котором играет онлайн-подбор экскурсий. Несмотря на обилие предложений, большинство платформ не удовлетворяют пользовательским ожиданиям из-за сложной навигации, не интуитивного интерфейса и неэффективных систем фильтрации, что приводит к высоким временным затратам на поиск [1].

Таким образом, актуальной задачей является проектирование веб-приложения для бронирования экскурсий с фокусом на эргономическое обеспечение [2]. Приоритетом разработки выступает создание логически выстроенного интерфейса, упрощающего процесс принятия решений и сокращающего количество операций пользователя.

Основная часть. Разрабатываемое веб-приложение представляет собой эргономичный инструмент для комплексного сопровождения пользователя при подборе и бронировании экскурсий. Функциональность системы охватывает регистрацию и авторизацию, поиск и фильтрацию экскурсий (по дате, стоимости, количеству участников), просмотр детальной информации, работу с избранным, бронирование с возможностью временного резервирования, оплату (картой или наличными) и управление учетной записью. Все данные хранятся в централизованной базе данных, обеспечивающей их целостность и доступность.

Ключевые пользовательские сценарии реализованы как последовательные логические шаги. После авторизации пользователь может осуществлять поиск экскурсий с помощью текстового ввода и фильтров. На странице экскурсии доступны детальное описание, чат для вопросов и добавление в избранное. Процесс бронирования включает выбор даты, указание количества участников и персональных данных; для удобства предусмотрена временная «заморозка» выбранного варианта до завершения оплаты. Оплата поддерживает несколько способов, а все этапы реализованы как включаемые сценарии для повышения надежности.

Отдельный блок функционала посвящен управлению учетной записью (история бронирований, смена пароля, выбор валюты, удаление профиля). Эргономическое проектирование интерфейса базируется на принципах наглядности и минимизации когнитивной нагрузки.

Для формализации требований разработана диаграмма вариантов использования [3], отражающая основные сценарии взаимодействия с системой (рисунок 1).

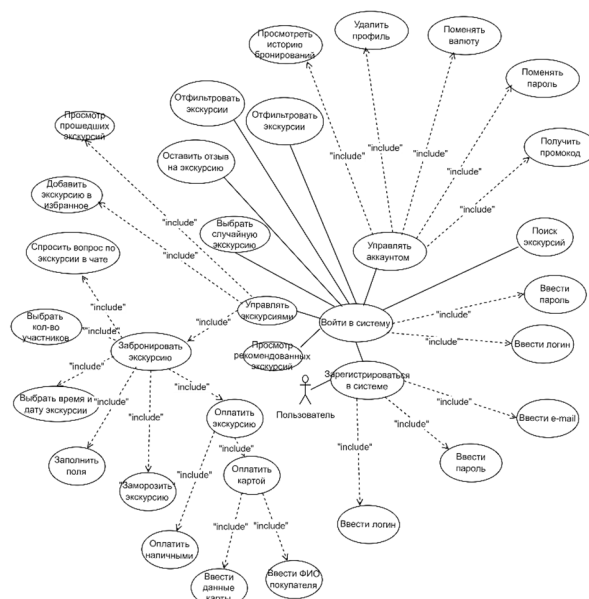


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Данная диаграмма наглядно демонстрирует функциональные возможности системы и взаимосвязь основных пользовательских действий, подтверждая полноту и логическую завершенность проектируемого веб-приложения.

Заключение. Веб-приложение для подбора и бронирования экскурсий, разработанное с учетом эргономических требований, представляет собой эффективный инструмент для упрощения процесса планирования туристического досуга. Использование персонализированных рекомендаций, удобных средств поиска и интуитивно понятного интерфейса позволяет существенно сократить время выбора и повысить удовлетворенность пользователей.

Список литературы

1. Обзор платформ для бронирования экскурсий [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://t-j.ru/short/khochu-ekskursiyu/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.by%2F. Дата доступа: 04.09.2025
2. Эргономическое проектирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://niiesys.ru/stati/ergonomicheskoe-proektirovanie/>. Дата доступа: 08.04.2025
3. UML - диаграммы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://weeek.net/ru/blog/uml-diagrams>. Дата доступа: 07.05.2025

UDC [004.42:338.48-32]+331.101.1

WEB APPLICATION FOR SELECTION AND BOOKING OF EXCURSIONS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Buyanouskaya A. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Senior Lecturer of the Department, Master of Engineering and Technology, Department of IPiE

Annotation. The paper presents the structure of a web application for selecting and booking excursion services, which is focused on improving the convenience and efficiency of user interaction with digital tourism services. The functionality of the system is described, with a special focus on the ergonomic design of the web application. To formalize the functional requirements, a use case diagram has been developed, which reflects the main processes of user interaction with the system.

Keywords: web application, tour booking, travel services, interface ergonomics, and user experience.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЧЕТА И АНАЛИЗА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Чирич Е.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр технических наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследование направлено на разработку веб-приложения для учета, хранения и анализа данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП). В рамках работы рассматриваются методы сбора и систематизации информации о ДТП, включая данные о месте происшествия, времени, участниках, типе столкновения, погодных условиях и степени ущерба. Разрабатываемое приложение обеспечит удобный интерфейс для ввода и обработки данных, визуализацию статистики и формирование отчетности. Результаты исследования могут быть использованы органами дорожной безопасности, страховыми компаниями и аналитическими службами для повышения уровня безопасности дорожного движения и снижения количества аварий.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, веб-приложение, информационная система, база данных, анализ данных, статистика ДТП, безопасность дорожного движения, визуализация данных, учет происшествий

Введение. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий является важной задачей для обеспечения безопасности дорожного движения. Сбор и обработка информации о ДТП позволяют выявлять проблемные участки дорог, анализировать причины аварий и принимать меры по снижению их количества. Однако традиционные методы учета часто связаны с ручной обработкой данных и использованием разрозненных источников информации, что может снижать эффективность анализа и усложнять поиск необходимых данных [1].

Целью данного исследования является разработка веб-приложения для учета и анализа дорожно-транспортных происшествий. Система позволит сотрудникам вносить информацию о ДТП в единую базу данных, включая дату и время происшествия, регион, адрес, количество участников и категорию происшествия. На основе собранных данных приложение будет формировать статистику и визуализацию информации, что позволит более эффективно анализировать дорожную ситуацию и принимать обоснованные решения для повышения безопасности на дорогах.

Основная часть. Учет и анализ дорожно-транспортных происшествий требует систематизации большого объема информации, включая данные о месте происшествия, времени, участниках и категории ДТП. Для эффективного управления такими данными необходимо использование современных информационных систем, позволяющих хранить, обрабатывать и анализировать информацию в удобной форме.

Актуальность разработки веб-приложения для учета и анализа дорожно-транспортных происшествий обусловлена необходимостью централизованного хранения данных и их последующего анализа. Использование единой системы позволит упростить процесс регистрации ДТП, ускорить поиск информации и повысить точность статистических данных [2].

Разрабатываемое веб-приложение позволит сотрудникам вносить данные о ДТП в общую базу, а также анализировать их с помощью визуализации статистики. Это позволит выявлять регионы с повышенной аварийностью, отслеживать статус происшествий и формировать аналитические отчеты для более эффективного управления дорожной безопасностью. На рисунке 1 представлена структура системы учета дорожно-транспортных происшествий.



Рисунок 1 – Структура системы учета дорожно-транспортных происшествий

Для эффективного анализа дорожно-транспортных происшествий важно не только фиксировать сами события, но и систематизировать информацию для дальнейшей обработки и анализа. В систему учета ДТП включаются основные параметры происшествия, которые позволяют формировать статистику и выявлять закономерности аварийности.

Определение и анализ дорожно-транспортных происшествий основывается на сборе и обработке различных данных, характеризующих каждое событие.

Для регистрации ДТП в системе используются следующие параметры: наименование происшествия, дата и время, регион и точный адрес, количество участников, категория происшествия, а также дополнительные материалы, например фотографии. Также автоматически фиксируется сотрудник, который внес информацию, и текущий статус происшествия (в работе или закрыто).

Каждая запись о ДТП сохраняется в базе данных и имеет собственную страницу с подробной информацией. На данной странице сотрудники могут добавлять заметки и комментарии, при этом система автоматически сохраняет имя пользователя, дату и время добавления записи. Это позволяет отслеживать процесс обработки происшествия и хранить всю связанную информацию в одном месте.

На основе накопленных данных система формирует аналитическую информацию и визуализацию статистики [3]. Например, могут отображаться диаграммы распределения ДТП по регионам, статистика по статусам происшествий, а также рейтинг сотрудников, которые внесли наибольшее количество записей. Это позволяет анализировать дорожную ситуацию и выявлять регионы с повышенной аварийностью.

Разрабатываемое веб-приложение предоставляет удобный интерфейс для работы с системой. Пользователи могут добавлять новые записи о ДТП, редактировать существующие данные и просматривать статистическую информацию. Использование такой системы позволяет централизовать учет дорожно-транспортных происшествий и повысить эффективность анализа дорожной обстановки. На рисунке 2 представлено рабочее окно веб-приложения учета дорожно-транспортных происшествий.

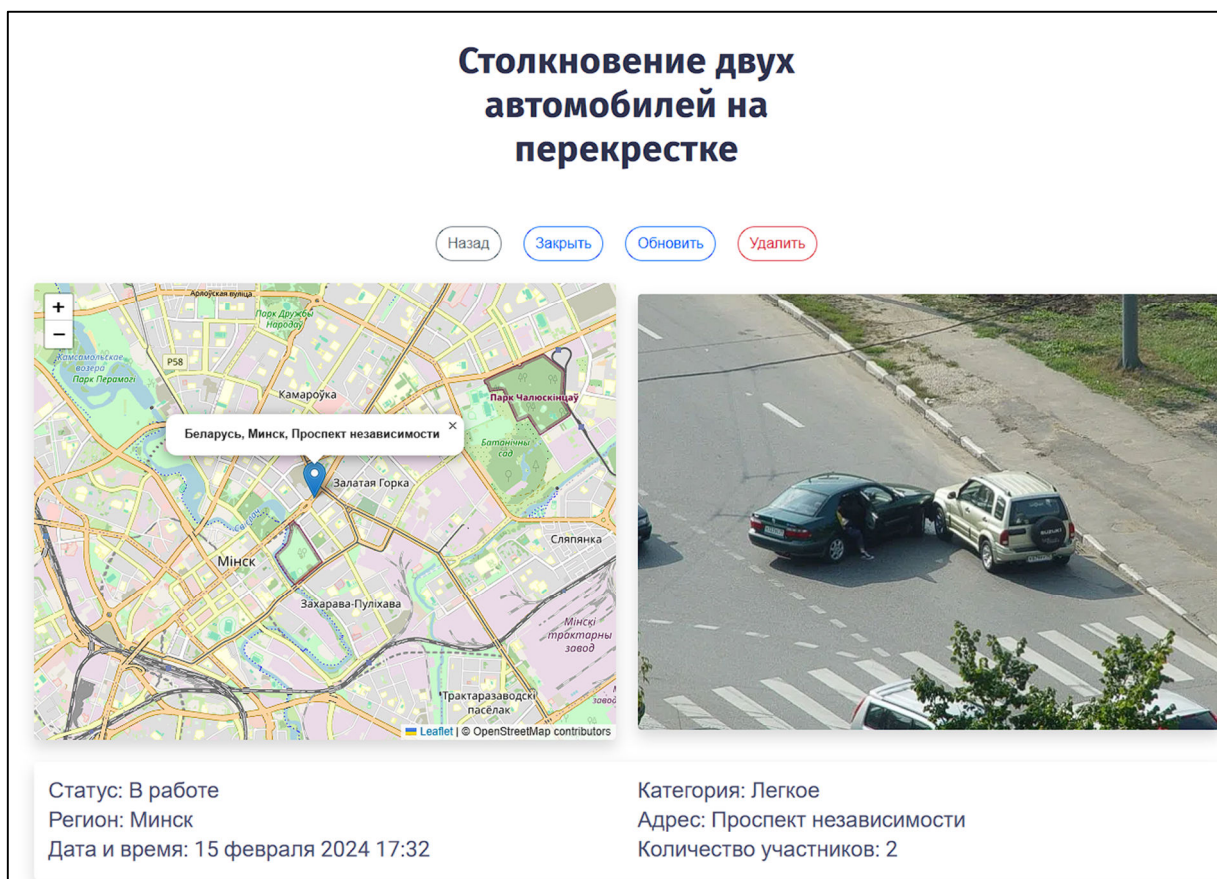


Рисунок 2 – Рабочее окно приложения

На рисунке 3 представлена визуализация статистических данных дорожно-транспортных происшествий по регионам в виде столбчатой и круговой диаграмм. Данные графики позволяют наглядно определить регионы с наибольшим количеством зарегистрированных ДТП.

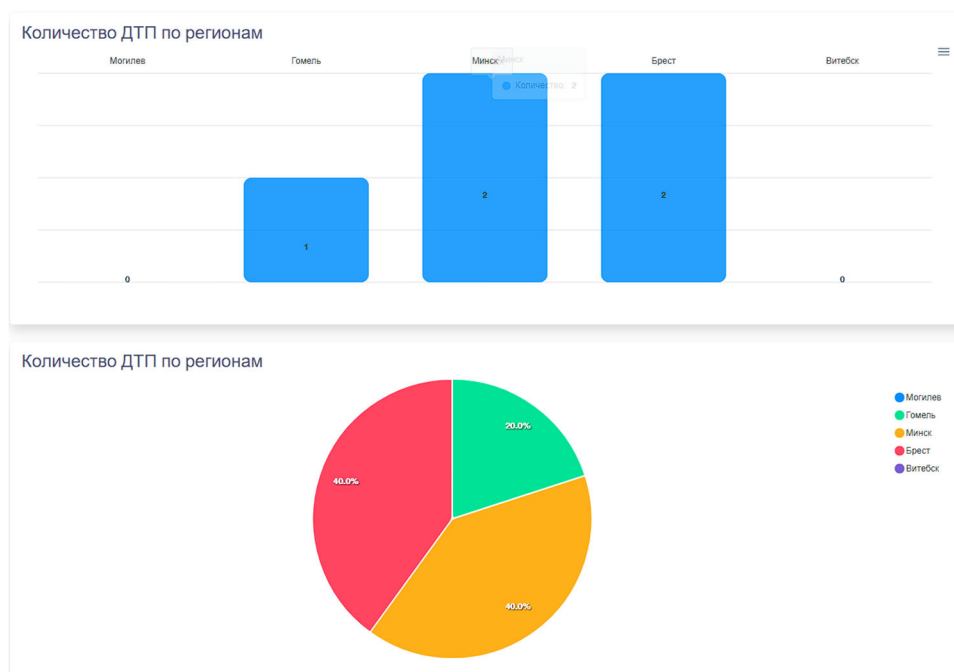


Рисунок 3 – Визуализация статистики дорожно-транспортных происшествий по регионам
 Разработанное веб-приложение может быть использовано для централизованного учета и

анализа дорожно-транспортных происшествий. Система позволяет хранить информацию о ДТП, отслеживать статус происшествий и анализировать статистические данные. Это обеспечивает более эффективный контроль дорожной обстановки и упрощает работу сотрудников, отвечающих за регистрацию и обработку информации. Использование приложения позволяет систематизировать данные о дорожно-транспортных происшествиях, включая дату и время, регион, адрес, количество участников и категорию происшествия. На основе накопленных данных формируются аналитические отчеты и графики, которые помогают выявлять регионы с повышенной аварийностью и анализировать текущую ситуацию на дорогах.

Разработанная система повышает эффективность учета дорожно-транспортных происшествий, улучшает анализ статистических данных и обеспечивает удобный доступ к информации для дальнейшего принятия решений в области дорожной безопасности.

Заключение. Спроектировано и разработано веб-приложение для учета и анализа дорожно-транспортных происшествий. Приложение создано с использованием современных технологий, таких как Java Spring для серверной части, что обеспечивает стабильную работу системы и удобство использования. Разработанная система позволяет регистрировать информацию о ДТП, включая дату и время происшествия, регион, адрес, количество участников и категорию ДТП. Все данные сохраняются в единой базе данных и могут использоваться для дальнейшего анализа и обработки.

На основе собранной информации приложение формирует статистические данные и визуализацию в виде графиков и диаграмм, что позволяет наглядно анализировать дорожную ситуацию и выявлять регионы с повышенной аварийностью. Разработанное веб-приложение может использоваться сотрудниками для регистрации, хранения и анализа информации о дорожно-транспортных происшествиях.

Список литературы

1. Закон Республики Беларусь «О дорожном движении» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document> – Дата доступа: 15.03.2026.
2. Государственная автомобильная инспекция Республики Беларусь. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gai.mvd.gov.by> – Дата доступа: 03.03.2026.
3. Статистика дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mvd.gov.by> – Дата доступа: 15.03.2026.

UDK 004:656.13.08

WEB APPLICATION FOR RECORDING AND ANALYZING ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Chirich E.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The research aims to develop a web application for recording, storing, and analyzing road accident data. The study examines methods for collecting and systematizing accident information, including location, time, participants, collision type, weather conditions, and damage. The application will provide a user-friendly interface for data entry and processing, statistical visualization, and reporting. The research results can be used by road safety authorities, insurance companies, and analytics services to improve road safety and reduce accidents.

Keywords: Road traffic accidents, web application, information system, database, data analysis, accident statistics, road safety, data visualization, incident recording.

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕСЫЛКИ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ И ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Гоков Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Хлудеев И.И. – к.б.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработан программный продукт, предназначенный для цифровизации процессов пересылки почтовых отправлений и обеспечения защиты персональных данных пользователей. Решение реализовано на платформе C#/.NET и включает клиентские приложения, серверный API-уровень и инструменты для операторов. Для защиты данных реализованы аутентификация и авторизация на основе ролей, возможность двухфакторной авторизации, шифрование данных при передаче, журналирование действий и контроль сроков хранения персональной информации.

Ключевые слова: цифровизация почтовых процессов, почтовые отправления, персональные данные, защита персональных данных, многофакторная аутентификация, C#, .NET, клиент-серверная архитектура, аудит действий, шифрование данных

Введение. Современные почтовые сервисы требуют высокой скорости обработки отправлений, точности учета и надежной защиты данных пользователей. Традиционные бумажные и частично автоматизированные процессы ограничивают масштабируемость, усложняют контроль операций и повышают риск утечек персональной информации.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью построения единой цифровой среды, в которой все этапы жизненного цикла отправления выполняются в электронном виде и сопровождаются средствами мониторинга, аудита и безопасности.

Основная часть. Целью проекта является разработка программного продукта, обеспечивающего цифровизацию процессов пересылки почтовых отправлений при соблюдении требований к защите персональных данных. Для достижения цели решались следующие задачи: анализ предметной области; проектирование архитектуры системы; реализация модулей обработки отправлений; внедрение механизмов информационной безопасности; тестирование и оценка эффективности.

При разработке использовались язык программирования C#, платформа .NET, ASP .NET и .NET MAUI. Архитектурно решение построено по клиент-серверной модели и включает в себя настольный клиент для сотрудников отделений, серверный компонент (Web API) для централизованной бизнес-логики и хранения данных и специализированный терминальный контур для операций сканирования и подтверждения этапов обработки [1].

Ключевым элементом проекта является подсистема защиты персональных данных. В ней реализованы:

- 1 Аутентификация пользователей и разграничение прав доступа по ролям.
- 2 Возможность подключения двухфакторной аутентификации для аккаунтов.
- 3 Защищённый обмен данными по криптографически стойкому каналу передачи.
- 4 Аудит критичных действий (вход, изменение статусов, операции с персональными данными) [2].
- 5 Минимизация обрабатываемых персональных данных и ограничение сроков их хранения [3].
- 6 Механизмы контролируемого удаления/обезличивания данных по установленным правилам.

Двухфакторная аутентификация реализована посредством ввода шестизначного кода из приложения аутентификатора. Приложение пользователь может выбрать по своему усмотрению, но оно должно поддерживать алгоритм RFC 6238 [4]. Создается уникальный случайный ключ размером 20 байт. Для хеширования используется алгоритм SHA-1, который

обеспечивает надежное хеширование уникального меняющегося со временем кода аутентификации пользователя [5]. Пример входа с двухфакторной аутентификацией представлен на рисунке 1.

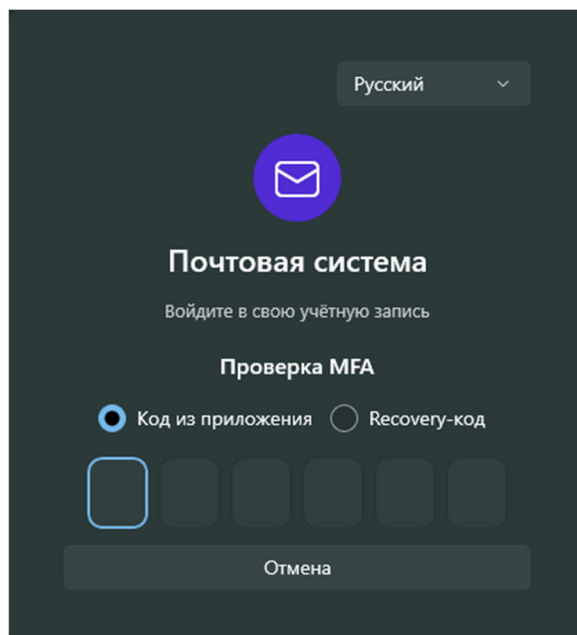


Рисунок 1 – Окно двухфакторной аутентификации.

Важным аспектом также является отказоустойчивость программного продукта, особенно при выполнении операций, связанных с изменением, созданием и удалением данных. Для этого в системе предусмотрены повторные попытки выполнения критичных запросов, проверка корректности переходов статусов, а также валидация входных данных на уровне клиентского и серверного контуров. Повторные попытки выполнения запросов реализованы в виде очереди запросов, которой управляет пользователь и может как отправить запрос повторно, так и отказаться от этого и удалить его. Графический интерфейс очереди представлен на рисунке 2.

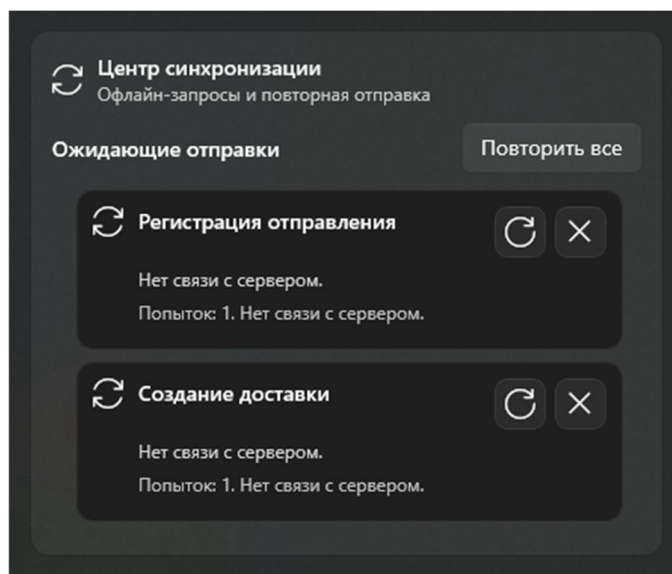


Рисунок 2 – Меню очереди запросов.

Проверка качества программного продукта выполнена с использованием модульного и интеграционного тестирования. Разработаны модульные тесты для каждого элемента

архитектуры, которые покрывают все основные сценарии работы, а также нестандартные ситуации. Тесты подтвердили корректность основных бизнес-сценариев, в том числе обработки ошибок, авторизации, маршрутизации запросов и выполнения операций с ограниченным доступом. Разработка тестов позволяет обеспечить ускорить развитие и внедрение нового функционала, создавая совместимость новых функций со старыми. Таким образом разработка тестов позволяет улучшить и упростить масштабирование программного продукта и обеспечить его качество и корректность работы всего функционала, а также обеспечить безопасность данных.

Заключение. Разработан программный продукт, обеспечивающий комплексную цифровизацию процессов пересылки почтовых отправлений и обеспечивающий высокий уровень защищённости персональных данных пользователей. Реализованные архитектурные и технологические решения позволяют масштабировать систему, развивать интеграции с внешними сервисами и расширять аналитические функции сохраняя качество и безопасность программного продукта. Система защиты данных пользователей позволяет безопасно хранить и передавать чувствительные данные, обеспечивая их шифрование, обезличивание и маскировку внутри системы. Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного подхода в почтовых и логистических организациях для повышения эффективности операций, прозрачности контроля и соответствия требованиям информационной безопасности.

Список литературы

1. Почему выбирают .NET? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/ru-ru/platform/why-choose-dotnet>. – Дата доступа: 22.02.2026.
2. ASP.NET Core documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core>. – Дата доступа: 22.02.2026.
3. Overview of security in ASP.NET Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core/security>. – Дата доступа: 22.02.2026.
4. Authentication and authorization in ASP.NET Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core/security/authentication>. – Дата доступа: 23.02.2026.
5. SO/IEC 27001 Information security management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html>. – Дата доступа: 23.02.2026.

UDC 004.056.5

SOFTWARE PRODUCT FOR DIGITALIZATION OF POSTAL SHIPMENT PROCESSES AND PROTECTION OF USERS' PERSONAL DATA.

Hokau Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khludeev I. I. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. A software product has been developed to digitalize postal shipment processes and ensure the protection of users' personal data. The solution is implemented on the C#/.NET platform and includes client applications, a server-side API layer, and tools for operators. To protect data, the system implements role-based authentication and authorization, support for two-factor authentication, encryption of data in transit, action logging, and control over personal data retention periods.

Keywords: postal process digitalization, postal shipments, personal data, personal data protection, multi-factor authentication, C#, .NET, client-server architecture, audit logging, data encryption.

ОБРАЗ ЖИЗНИ КАК ФАКТОР ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ И УЧЕБНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ

Горбель А. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Рышкель О.С. – к. с.-х. н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Проведено эмпирическое исследование взаимосвязей между компонентами образа жизни студентов и показателями их психоэмоционального состояния и работоспособности. Проведено анкетирование. Установлены закономерности: на сколько нездоровые привычки выступают мощными усилителями стресса и как успеваемость связана с эмоциональным благополучием.

Ключевые слова: образ жизни студентов, сон, питание, стресс, эмоциональное выгорание, работоспособность, прокрастинация, анкетирование, психоэмоциональное состояние, здоровье студентов

Введение. Образ жизни студента, формируемый под влиянием высоких учебных нагрузок и ограниченных ресурсов, представляет собой комплекс взаимосвязанных компонентов: режим сна, рацион питания, физическая активность и цифровые привычки. Установлено, что эти компоненты оказывают значимое влияние на когнитивные функции и эмоциональное состояние: дефицит сна нарушает память и концентрацию, нерегулярное питание ведёт к резким колебаниям уровня глюкозы и энергии, а злоупотребление кофеином провоцирует тревожность. Наряду с этим, студенческий стресс и эмоциональное выгорание являются ключевыми психологическими детерминантами успешности [1].

Основной задачей данного исследования является эмпирическая проверка и количественная оценка силы корреляций между этими компонентами образа жизни студентов и уровнем их психоэмоционального состояния и учебной эффективности.

Основная часть. В данном исследовании использовался метод анкетирования с целью сбора объективных данных о поведении, привычках и самочувствии студентов. Была разработана оригинальная анкета, содержащая 36 вопросов, охватывающих все ключевые аспекты темы: характеристики сна, пищевое поведение, потребление стимулирующих напитков, уровень физической активности, учебная успеваемость и психоэмоциональное состояние.

Процесс сбора данных был проведен через онлайн-форму, что позволило получить ответы от широкого круга студентов. Всего в тестировании приняло участие 125 студентов. Из них 62 % составляли парни и 38% – девушки. Средний возраст участников составил 18 лет, с минимальным возрастом 17 лет и максимальным 20 лет. В исследовании участвовали студенты всех курсов.

Анализ полученных данных выявил статистически значимые взаимосвязи между поведенческими характеристиками и психоэмоциональными показателями.

Регулярное употребление кофе и энергетических напитков сопровождается более высокой частотой нарушений концентрации внимания. Среди студентов, систематически потребляющих кофеин, 40 % отмечают проблемы с концентрацией, тогда как среди студентов с редким потреблением этот показатель составляет 23 %. Таким образом, частота когнитивных затруднений увеличивается в 1,7 раза. Это может объясняться как прямым воздействием переизбытка кофеина, так и опосредованным влиянием через другие факторы. Формируется круговорот: вызванная недосыпом усталость побуждает к употреблению стимуляторов, которые, в свою очередь, дополнительно ухудшают качество сна, что в конечном итоге подрывает и когнитивную работоспособность, и общее самочувствие.

Исследование продолжительности сна показало, что среди студентов с его недостатком высокий уровень стресса фиксируется у 85 % девушек и 50 % юношей. При нормальной

продолжительности сна данный показатель снижается, однако остаётся значительным – 56 %. Это свидетельствует о том, что дефицит сна выступает существенным усилителем стрессовой нагрузки.

Частое употребление фастфуда связано с более выраженными проявлениями стрессового реагирования: склонность к «заеданию» стресса у таких студентов встречается в 2,3 раза чаще, что указывает на использование такой пищи, как неэффективной стратегии совладания со стрессом. При этом большинство студентов, регулярно употребляющих фастфуд, также систематически потребляют кофеиносодержащие напитки, что указывает на формирование комплексного поведенческого паттерна. В этом паттерне стимуляторы используются для борьбы с усталостью, а «комфортная» еда – для снятия стресса, что усугубляет исходное психоэмоциональное напряжение и снижает работоспособность.

Анализ студенческой успеваемости выявил парадоксальную закономерность: среди студентов с успеваемостью выше среднего признаки эмоционального выгорания отмечают 53 %, тогда как среди студентов с успеваемостью ниже среднего – 41 %. Среди девушек данный показатель достигает 60 %. Разница составляет около 30 %, что позволяет говорить о феномене «цены успеха».

Прокрастинация не исключает достижения высоких результатов, так как 82 % студентов, часто откладывающих выполнение учебных заданий, демонстрируют успеваемость выше среднего уровня. Однако максимальная результативность до 91 % наблюдается у студентов с высокой учебной дисциплиной, редко прибегающих к откладыванию задач.

Предыдущие закономерности являются основными, однако существуют и другие зависимости, характеризующиеся более низкой степенью корреляции. Дополнительные взаимосвязи представлены на рисунке 1, где показана корреляционная матрица, отражающая степень взаимосвязи между исследуемыми показателями [2].

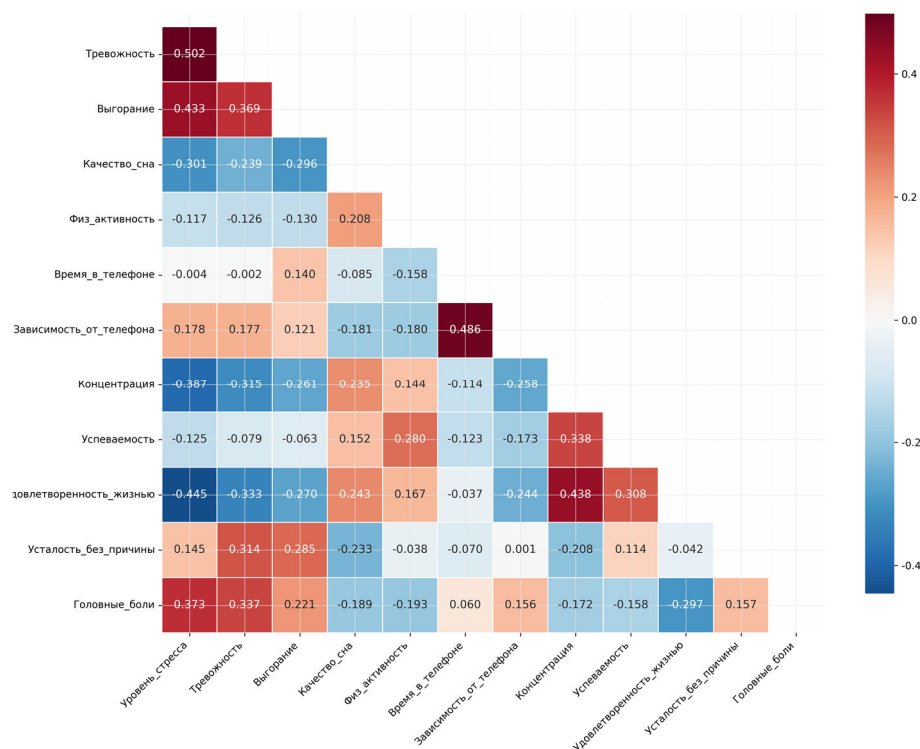


Рисунок 1 – Корреляционная матрица взаимосвязей между показателями

Данная матрица демонстрирует статистически значимые корреляции: сильная положительная связь между стрессом и тревожностью ($r=0,502$), стрессом и выгоранием ($r=0,433$), а также более слабые связи или отрицательные связи, например, между стрессом и удовлетворенностью жизнью ($r=-0,445$). Это позволяет понять комплексные взаимосвязи между факторами образа жизни и благополучием.

Использование корреляционной матрицы в данном контексте имеет принципиальное

значение, так как оно позволяет выйти за рамки анализа изолированных привычек и увидеть студенческий образ жизни как единую экосистему. Матрица визуализирует, как незначительные на первый взгляд факторы – например, время, проведенное в смартфоне, или качество сна – вступают в синергию с учебной нагрузкой, создавая кумулятивный эффект. Это дает возможность не просто зафиксировать факт наличия стресса, а обнаружить его скрытые причины, что необходимо для разработки точечных мер психологической поддержки и оптимизации образовательного процесса.

Заключение. В результате исследования подтверждена гипотеза о взаимосвязи образа жизни студентов с их психоэмоциональным состоянием и работоспособностью. Ключевой вывод заключается в том, что нездоровые привычки складываются в устойчивую негативную систему, выступающую не столько причиной, сколько мощным усилителем стресса, вызывая истощения.

Умственная работоспособность, психологическая устойчивость и способность к обучению – это не абстрактные заданные величины, а динамические состояния, напрямую зависящие от физиологического и эмоционального фундамента, который студент выстраивает своими повседневными выборами. Проведённое исследование наглядно показало, насколько распространены в студенческой среде выборы, которые последовательно ослабляют этот фундамент, приводя к взаимосвязанному ухудшению физического самочувствия и психоэмоционального состояния.

Наиболее эффективным способом улучшения ситуации является системный подход, направленный на управление учебной нагрузкой, развитие навыков саморегуляции и профилактику эмоционального выгорания, что способно одновременно повысить как студенческие результаты, так и психологическое благополучие студентов.

Список литературы

1. Портал здоровья студентов: информация о рисках и профилактике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studenthealth.edu.ru/>. – Дата доступа: 09.12.2025.
2. Кузьмин, С. А. Методы статистического анализа в психологических исследованиях / С. А. Кузьмин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2023. – 272 с.

UDC 616-072.8:37.091.212.5

LIFESTYLE AS A FACTOR OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL WELL-BEING AND ACADEMIC EFFECTIVENESS OF STUDENTS

Horbel A. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Ryshkel O.S. – Cand. of Sci., associate professor; associate professor of the Department of ICSD

Annotation. An empirical study of the interrelationships between the components of students' lifestyle and indicators of their psycho-emotional state and working capacity has been conducted. A survey was conducted on 36 questions. Patterns have been established: how much unhealthy habits act as powerful stress enhancers and how academic performance is related to emotional well-being. Significant gender differences in response to stressful factors have been identified.

Keywords: students lifestyle, sleep, nutrition, stress, emotional burnout, performance, procrastination, questionnaires, psycho-emotional state, students' health.

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ КАК ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВОЙ МАГИСТРАЛИ Г. МИНСКА

Ишеков А.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач В.И. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается оценка транспортной нагрузки как источника загрязнения атмосферного воздуха на примере ключевой магистрали г. Минска – проспекта Независимости. Особое внимание уделяется измерению интенсивности движения автотранспорта в разные часы пик, время суток и классификации транспорта по типам. Предложены практические рекомендации по снижению транспортной нагрузки.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязнение атмосферного воздуха, транспортная нагрузка, выбросы вредных веществ, интенсивность движения, экологические меры.

Введение. Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах, создавая значительную экологическую нагрузку на окружающую среду. Актуальность исследования обусловлена необходимостью точной оценки транспортных выбросов в разные временные периоды для разработки эффективных мер по улучшению экологической ситуации. Целью работы является количественная оценка вредных веществ, поступающих в атмосферу от автотранспорта в утренний и вечерний часы пик, а также в дневное время. Для достижения цели проведены замеры интенсивности движения по категориям транспорта и выполнен расчет выбросов вредных веществ. Подсчёт интенсивности движения проводился на участке проспекта Независимости между станциями метро «Площадь Якуба Коласа» и «Академия наук».

Основная часть. Измерение интенсивности транспортного потока проводилось методом визуального подсчета в специально отобранных точках наблюдения. Для повышения точности измерений применялась следующая методика: в каждом временном периоде (утренний час пик 7:30-8:30, дневное время 12:00-13:00, вечерний час пик 17:30-18:30) осуществлялась видеофиксация транспортного потока продолжительностью 20 минут с использованием цифровой камеры. Запись производилась с позиции, обеспечивающей визуальный контроль над всеми полосами движения.

Последующая обработка видеоматериалов состояла в подсчёте транспортных средств с классификацией по типам: легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы. Полученные за 20 минут данные умножались на коэффициент 3 для пересчета на часовую интенсивность движения.

В ходе исследования для определения типа двигателя (бензиновый/дизельный) применялся статистический метод, основанный на данных автопарка Республики Беларусь. Согласно статистике, распределение транспортных средств по типу двигателя составляет 76% для бензиновых и 24% для дизельных двигателей [1].

Все автобусы были классифицированы как транспортные средства с дизельными двигателями, так как они являются стандартом для городских автобусов. На сегодняшний день в Минске немногим более 55,3 процента составляют классические автобусы на дизельном топливе, 33,2 процента – троллейбусы, 5,2 процента – электробусы и 6,3 процента – трамваи [2].

На основе замеренной интенсивности движения за час определялся общий путь, пройденный каждым типом транспорта на участке магистрали. Затем рассчитывалось количество сожжённого топлива с использованием удельных норм расхода, после чего с учётом статистического распределения двигателей определялось количество сожжённого бензина и дизельного топлива. С применением эмпирических коэффициентов вычислялись объёмы выбросов пяти вредных веществ, после чего определялся объём чистого воздуха,

необходимый для разбавления выбросов до предельно допустимых концентраций.

Проведенные исследования показали выраженную суточную динамику транспортной нагрузки. Максимальная интенсивность движения наблюдается в вечерний час пик (5895 транспортных единиц в час), что на 29% превышает утренний период (4552 единицы) и на 65% – дневное время (3562 единицы).

Расчеты позволили оценить выбросы основных загрязняющих веществ: монооксида углерода (CO), углеводородов (C₅H₁₂), диоксида азота (NO₂), сернистого ангидрида (SO₂) и сажи. При этом использовались эмпирические коэффициенты, учитывающие различия в типах двигателей (бензиновые и дизельные) и их удельных выбросах.

Анализ вклада различных типов транспорта в общие выбросы выявил ряд важных закономерностей. Легковые автомобили, составляя подавляющее большинство транспортного потока (95-97%), являются основным источником монооксида углерода и углеводородов, внося 85-90% в общий объем этих выбросов. Это связано с их массовостью и преобладанием бензиновых двигателей, характеризующихся высоким уровнем выбросов данных веществ. Однако наиболее критичным с экологической точки зрения является вклад дизельного транспорта. Несмотря на незначительную численность, дизельные автомобили и автобусы ответственны за 98% выбросов сажи и 87% выбросов SO₂.

Особую опасность представляют выбросы NO₂, для разбавления которых требуется наибольший объем чистого воздуха. В вечерний час пик для разбавления NO₂ необходимо 715 647 м³ воздуха, а концентрация диоксида азота превышает предельно допустимую концентрацию в несколько раз.

Вечерние пробки характеризуются частыми остановками и ускорениями, работой двигателей на холостом ходу, что приводит к увеличению удельных выбросов на единицу пути [3]. Кроме того, в вечерние часы наблюдается повышенная доля грузового транспорта, что дополнительно усугубляет экологическую ситуацию. Основные загрязняющие вещества автотранспорта наносят серьёзный вред здоровью человека: монооксид углерода вызывает кислородное голодание тканей, углеводороды провоцируют аллергии и токсическое воздействие, диоксид азота раздражает дыхательные пути и способствует хроническим болезням, сернистый ангидрид вызывает воспаления и сердечно-сосудистые проблемы, а сажа глубоко проникает в лёгкие, провоцируя воспаления и рак [4].

На основе проведенных исследований предлагается комплекс мер по снижению негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду. Эти меры должны быть направлены как на техническое перевооружение транспортного парка, так и на организационные и градостроительные решения.

Данные расчётов показывают, что наибольший вклад в загрязнение вносят легковые автомобили в часы пик. Для снижения их доли необходимо развитие общественного транспорта и создание инфраструктуры для альтернативных видов передвижения. В частности, предлагается:

- увеличение числа специально выделенных полос для общественного транспорта, что повысит его скорость и привлекательность для пассажиров;
- развитие сети велосипедных дорожек и пешеходных зон в центральной части города;
- внедрение системы park-and-ride («парковка-пересадка») на въездах в город, позволяющей водителям оставлять личный автотранспорт на периферии и продолжать движение на общественном транспорте.

Второй блок мер направлен на техническое улучшение экологических характеристик транспортных средств. Конкретные предложения включают:

- постепенный перевод городского коммунального и общественного транспорта на электрическую тягу или альтернативные виды топлива;
- обязательное оснащение всех дизельных автомобилей системами снижения выбросов NO₂ (селективного каталитического восстановления) и сажевыми фильтрами.

Третий блок мер связан с градостроительным планированием и озеленением придорожных территорий. Результаты расчётов показывают необходимость создания буферных зон между автотрассами и жилыми массивами. В этой связи целесообразно:

- формирование зелёных насаждений вдоль магистралей, включающих древесный, кустарниковый и травяной ярусы;

– использование специальных видов растений с высокой способностью к поглощению вредных веществ (вяз, тополь, липа, клён, туя);

– создание системы «зелёных коридоров», соединяющих природные зоны города и обеспечивающих циркуляцию чистого воздуха.

Реализация предложенного комплекса мер позволит существенно снизить экологическую нагрузку от автотранспорта в ближайшие годы. При этом наибольший эффект даст сочетание технических решений с градостроительными мерами и организационными мероприятиями.

Заключение. Выявленная суточная динамика загрязнения, связанная с режимом функционирования города, позволяет определить критические периоды и разработать меры по снижению негативного воздействия автотранспорта на атмосферный воздух в городе.

Особую значимость имеет выявление неравномерного вклада различных типов транспорта в общее загрязнение. Это позволяет сконцентрировать усилия на наиболее проблемных направлениях, таких как оптимизация структуры транспортного потока.

Реализация предложенного комплекса мер требует координации усилий различных ведомств – транспортных, экологических, градостроительных и социальных служб, а также активного вовлечения населения в процесс принятия решений. Только комплексный подход, объединяющий расчётные оценки загрязнения, технические решения, градостроительные меры и социальные инициативы, позволит существенно улучшить экологическую ситуацию и создать более комфортную городскую среду для жизни и работы людей.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности человека. В 3 ч. Ч. 1 : Основы экологии и энергосбережения : учеб.-метод. пособие / И. А. Телеиш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2017. – 94 с. : ил.

2. К 2030 году в Беларуси количество электрокаров может достичь 300 тысяч [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/elektrotransport-ta-tochka-rosta-kotoraya-sposobna-prinyat-neobkhodimoe-ivelichenie-potrebleniya-ele.html>. Дата доступа: 25.11.2025

3. Загрязнение атмосферного воздуха выхлопами газа автомобильного транспорта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ecoportal.su/public/zagryazn/view/1981.html>. Дата доступа: 25.11.2025

4. Вред выхлопных газов: влияние на здоровье человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://бпизекс.рф/blog/vred-vyhlopnih-gazov-vliyanie-na-zdorove-cheloveka>. Дата доступа: 25.11.2025

UDC 504.054

ASSESSMENT OF TRANSPORT LOADS AS A SOURCE OF AIR POLLUTION ON THE EXAMPLE OF A KEY HIGHWAY IN MINSK

Ishekov A.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Senior lecturer, Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article considers the assessment of transport load as a source of atmospheric air pollution on the example of the key thoroughfare of Minsk - Independence Avenue. Special attention is given to the measurement of traffic intensity at different peak hours and times of day, as well as the classification of transport types (cars, trucks, petrol and diesel buses) in order to accurately estimate their contribution to total emissions. Practical recommendations to reduce the transport load are proposed.

Keywords: road transport, air pollution, transport load, emissions of harmful substances, traffic intensity, environmental measures

ВЛИЯНИЕ КОРОТКИХ РЕГУЛЯРНЫХ ПЕРЕРЫВОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ИТ-СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Касперец Е. А., Бельский М. Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье исследуется влияние коротких регулярных перерывов на продуктивность работы студентов ИТ-специальностей. Актуальность работы обусловлена высокой когнитивной нагрузкой при программировании, ведущей к быстрой утомляемости. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ эффективности непрерывной работы и работы по методу Flowtime среди студентов БГУИР.

Ключевые слова: микро-перерывы, концентрация внимания, программирование, продуктивность, когнитивная нагрузка, метод Flowtime.

Введение. Профессиональное обучение ИТ-специалистов характеризуется высокой интеллектуальной нагрузкой, связанной с длительными сессиями программирования и активным задействованием аналитического мышления. Практика непрерывной работы в течение 90 минут и более без регламентированных пауз приводит к снижению концентрации внимания, росту когнитивной нагрузки и, как следствие, ухудшению качества учебной деятельности. Несмотря на наличие различных техник управления рабочим временем, вопрос их влияния на продуктивность работы студентов ИТ-направлений остается недостаточно структурированным.

Целью данной работы является проверка гипотезы о том, что студенты, практикующие регулярные короткие перерывы, демонстрируют более высокую продуктивность в учебной деятельности по сравнению с теми, кто работает без перерывов.

Основная часть. Проблема утомляемости и снижения концентрации при длительной интеллектуальной деятельности активно исследуется в когнитивной психологии и педагогике. Эффективность практики микро-перерывов не более 5-10 минут обусловлена быстрым восстановлением ресурсов сознания. Важным фактором является и то, что при работе до состояния выраженного утомления качество деятельности значительно снижается. Соответственно, наибольшая польза достигается при регулярных, а не спонтанных перерывах [1]. Структурированные режимы коротких перерывов предполагают заранее заданную периодичность и продолжительность пауз, что позволяет предотвращать развитие выраженного когнитивного истощения. Одной из наиболее известных и широко применяемых методик данного типа является метод Pomodoro, основанный на чередовании 25-минутных периодов сосредоточенной работы и 5-минутных перерывов. После завершения четырех рабочих циклов предусматривается более длительный перерыв продолжительностью 15–30 минут [2].

Альтернативным подходом является метод Flowtime, предполагающий адаптивную длительность рабочих интервалов, определяемую индивидуальным состоянием концентрации. В рамках данного метода продолжительность работы не фиксируется заранее, а перерыв осуществляется после появления субъективных признаков снижения внимания. При этом длительность перерыва прямо пропорциональна времени работы: чем дольше человек работает, тем длиннее его отдых. В отличие от метода Pomodoro, Flowtime позволяет работать больше 25 минут, однако и перерыв будет длиться дольше. Несмотря на большую гибкость, Flowtime может в меньшей степени предотвращать накопление утомления, поскольку пауза часто инициируется уже на стадии выраженного когнитивного истощения [2].

В качестве исследуемого метода режима работы студентов выбран Flowtime, поскольку большинство студентов работают в свободном графике, но время перерывов коррелирует со

временем продолжительности работы. Для сбора данных был разработан опросник. Всего в опросе приняло участие 78 человек. Анкетирование студентов IT-направлений было направлено на выявление частоты коротких перерывов, продолжительности программирования, уровня академической успеваемости и сна. Согласно результатам опроса, около 50% студентов регулярно используют структурированные режимы работы с короткими перерывами. Таким образом, были сформированы две равные по численности группы респондентов: в первую группу вошли студенты, делающие перерывы не реже одного раза в час, во вторую – студенты, практикующие перерывы реже чем один раз в два часа.

Для количественной обработки результатов анкетирования использовалась система ранговой градации показателей. Продолжительность программирования в неделю была преобразована в балльную шкалу: менее 5 часов – 1 балл; от 5 до 10 часов – 2 балла; от 10 до 20 часов – 3 балла; более 20 часов – 4 балла. Аналогичным образом была ранжирована академическая успеваемость: средний балл 7 и ниже – 1 балл; от 7 до 8 – 2 балла; от 8 до 9 – 3 балла; от 9 до 10 – 4 балла. Применение единой шкалы позволило привести разнородные показатели к сопоставимому количественному формату и обеспечить корректность дальнейшего сравнительного анализа.

Анализ результатов анкетирования двух групп испытуемых выявил, что при одинаковой успеваемости в обеих группах испытуемых (109 баллов), студенты, делающие перерывы не реже одного раза в час, тратят меньше времени на выполнение работы по сравнению со студентами из второй группы (66 и 74 балла соответственно). Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что короткие перерывы на 5% повышают продуктивность работы, за счет поддержания высокого уровня концентрации и эффективного восстановления ресурсов сознания.

Закключение. Проведен сравнительный анализ эффективности непрерывной деятельности и работы по методу Flowtime. Было установлено, что микро-перерывы эффективнее справляются с задачей восстановления когнитивных ресурсов, они также положительно влияют на уровень концентрации и позволяют работать эффективнее, особенно при высокой когнитивной нагрузке, характерной для программирования.

Список литературы

1. «Give me a break!» A systematic review and meta-analysis on the efficacy of micro-breaks for increasing well-being and performance. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0272460>. Дата доступа: 04.02.2026.
2. Investigating the Effectiveness of Self-Regulated, Pomodoro, and Flowtime Break-Taking Techniques Among Students. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2076-328X/15/7/861>. Дата доступа: 07.02.2026

UDC 37.09:378.4

THE EFFECT OF SHORT REGULAR BREAKS ON THE PRODUCTIVITY OF IT STUDENTS

Kaspiarets Y.A., Belskiy M.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Master of engineering and technology, Senior Lecturer at the Department of EPaE

Annotation. The article explores the impact of short regular breaks on the productivity of IT students. The relevance of the work is due to the high cognitive load in programming, which leads to rapid fatigue. The study conducted a comparative analysis of the effectiveness of continuous work and work using the Flowtime method among BSUIR students.

Keywords: micro-breaks, concentration, programming, productivity, cognitive load, and the Flowtime method.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ СОТРУДНИКОВ ДЕПАРТАМЕНТА ОХРАНЫ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Клещенко И.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – магистр пед. наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для проверки профессиональных знаний сотрудников Департамента охраны. Веб-приложение позволяет формировать тестовый материал, назначать тестирование, отвечать на вопросы теста, формировать отчеты по результатам тестирования и рейтинг тестируемых. Веб-приложение имеет адаптивный интерфейс, разработанный с учетом принципов эргономики и позволяющий использовать его как на стационарных, так и на мобильных устройствах.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизированное тестирование, эргономическое проектирование, адаптивный дизайн, ASP.NET Core

Введение. На сегодняшний день контроль профессиональных знаний сотрудников может и должен строиться с использованием современных коммуникационных и информационных технологий, в том числе с применением специализированных программных систем. Проблемой является то, что представленное на рынке программное обеспечение для контроля знаний ориентировано на работу с персональными компьютерами, что налагает определенные ограничения, связанные с возможностью его применения: для проведения массового тестирования на рабочем месте необходимо наличие необходимого числа свободных персональных компьютеров.

Цель проекта: спроектировать и разработать с учетом принципов эргономики веб-приложение для проверки профессиональных знаний сотрудников, предназначенное для разработки и прохождения тестового материала, позволяющее комфортно работать как на персональных компьютерах и ноутбуках, так и на мобильных устройствах.

Основная часть. Аналогами рассматриваемого веб-приложения являются приложения Indigo [1] и SunRav Web Class [2]. Ключевыми недостатками Indigo и SunRav Web Class является то, что ни одна из них не позволяет формировать рейтинг пользователя по результатам тестирования и не предполагает выделенную роль проверяющего – его функции объединяются с ролью администратора. Также Indigo не обладает полноценным веб-интерфейсом – для формирования тестового материала используется десктопное приложение, что накладывает существенные ограничения на применение системы.

Разработанное веб-приложение Traning Test реализует следующие функции:

- авторизация;
- редактирование подразделений;
- редактирование пользователей;
- редактирование тестов;
- редактирование вопросов;
- редактирование ответов;
- регистрация попыток прохождения тестов;
- подбор участников тестирования;
- завершение тестирования;
- просмотр результатов прохождения тестов;
- ответы на вопросы теста;
- формирование результатов тестируемого по определенному тестовому набору;
- формирование сводных результатов по определенному тестированию;
- формирование сводного рейтинга тестируемых;

– формирование сводных результатов тестируемого.

Набор вопросов для тестирования формируется индивидуально для каждого тестируемого путем случайного выбора из доступных вопросов теста, список ответов на вопрос также формируется в случайном порядке. Для каждого вопроса указывается его тип, число баллов, которые приносит вопрос при правильном ответе. Тест считается пройденным, если набрано минимально необходимое число баллов.

Преимуществами разработанного веб-приложения в сравнении с аналогами являются наличие функций автоматического формирования тестовых наборов и рейтинга пользователя по результатам тестирования. Также проектируемая система предоставляет доступ по ролям (администратор, проверяющий, тестируемый) и веб-интерфейс для всех категорий пользователей.

Веб-приложение функционирует в клиент-серверной архитектуре. Серверная часть веб-приложения, реализующая бизнес-логику и формирование интерфейса пользователя, выполнена на базе платформы ASP.NET Core на языке программирования C#. Для хранения данных используется СУБД Microsoft SQL Server. Взаимодействие с базой данных обеспечивается фреймворком Entity Framework. Логическая схема базы данных веб-приложения, иллюстрирующая сущности предметной области и связи между ними, приведена на рисунке 1.

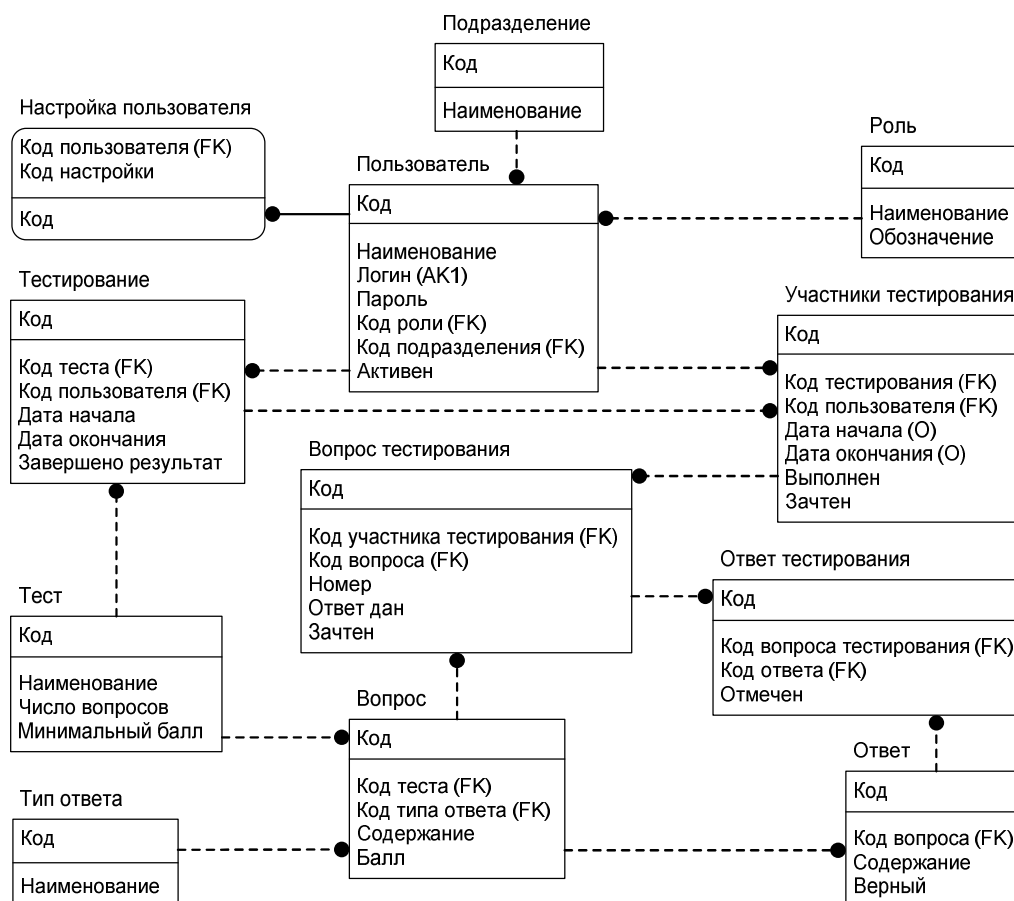


Рисунок 1 – Логическая схема базы данных веб-приложения

Адаптивный пользовательский интерфейс веб-приложения реализован с использованием Bootstrap – открытого и бесплатного HTML, CSS и JS фреймворка [3]. Для доступа к пользовательскому интерфейсу может использоваться любой актуальный браузер на основе Chromium.

Эргономическое обеспечение веб-приложения для проверки профессиональных знаний сотрудников Департамента охраны включало проведение эргономического проектирования и оценки.

На первом этапе эргономического проектирования был выполнен анализ содержания функций и их распределение между пользователем и техническими средствами. Распределение функций выполнено с учетом преимущественных возможностей человека и технической части системы, что позволило обеспечить сочетание высокой скорости автоматизации и скорости обработки данных с сохранением за человеком функций контроля и управления работой веб-приложения.

Разработка и учет психологических и психофизиологических требований к веб-приложению позволил спроектировать эргономичный графический интерфейс, обеспечивающий высокую продуктивность работы пользователей, их удовлетворенность и производительность.

Было проведено юзабилити-тестирование, показавшее соответствие разработанного веб-приложения эвристикам Нильсена, в частности, таким как «ясный статус системы», «соответствие реальному миру», «последовательность и стандарты», «эстетичность и минимализм» [4].

По результатам эргономической оценки проекта пользовательского интерфейса показатель эргономичности равен 0,82, что соответствует оценке «отлично».

Заключение. В результате разработано веб-приложение для проверки профессиональных знаний сотрудников Департамента охраны, удовлетворяющее эргономическим требованиям. Преимуществами разработанного программного средства являются: автоматическое формирование наборов тестовых с заданным количеством вопросов из числа предусмотренных тестом, представленных в случайном порядке; адаптивный дизайн и интуитивно понятный интерфейс, обеспечивающие удобное прохождение тестирования в ходе проверки профессиональных знаний.

Список литературы

1. INDIGO – Программа создания тестов и тестирования сотрудников [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://indigotech.ru/>. Дата доступа: 24.02.2026.
2. SunRav WebClass – платформа для онлайн обучения и тестирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sunrav.ru/webclass.html>. Дата доступа: 24.02.2026.
3. Bootstrap – The most popular HTML, CSS and JS library [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://getbootstrap.com/>. Дата доступа: 24.02.2026.
4. Эвристики Нильсена: 10 принципов юзабилити дизайна сайтов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/evristiki-nilsena-v-dizayne-interfeysovl/>. Дата доступа: 24.02.2026.

UDC 004.415.2

A WEB APPLICATION FOR TESTING THE PROFESSIONAL KNOWLEDGE OF THE STAFF OF THE DEPARTMENT OF SECURITY AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kleshchenko I.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yatskevich A.Y. - Master of pedagogical sciences, senior lecturer of the department of EPE

Annotation. A web application has been designed and developed to test the professional knowledge of Security Department employees. The web application allows you to create test material, assign tests, answer test questions, generate reports on test results and a rating of test takers. The web application has an adaptive interface, designed taking into account the principles of ergonomics and allowing it to be used on both stationary and mobile devices.

Keywords: web application, automated testing, ergonomics-based design, responsive design ASP.NET Core

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ АВТОМОБИЛЯ

Князева Е.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрена разработка веб-приложения для автоматизированного подбора комплектующих автомобиля и конфигурирования транспортных средств. Обоснована значимость предметной области и актуальность разработки в условиях цифровизации автомобильного рынка. Проведен краткий анализ существующих решений. Особое внимание уделено эргономическому проектированию интерфейса и алгоритму взаимодействия пользователя с системой. Показано, что разработанное приложение обеспечивает повышение точности подбора деталей и снижение вероятности пользовательских ошибок.

Ключевые слова: веб-приложение, подбор автозапчастей, VIN-код, эргономика интерфейса, база данных, PostgreSQL

Введение. Автомобильная отрасль характеризуется большим разнообразием моделей транспортных средств и комплектующих. Подбор совместимых деталей требует учета ряда параметров: марки автомобиля, модели, года выпуска, типа двигателя и других характеристик. Ошибки при выборе комплектующих могут приводить к дополнительным затратам времени и средств, а также снижать надежность эксплуатации автомобиля [1].

Целью работы является разработка веб-приложения, обеспечивающего автоматизированный подбор комплектующих автомобиля и удобное взаимодействие пользователя с системой.

Основная часть. В настоящее время существует большое количество электронных каталогов автозапчастей и интернет-магазинов. Большинство из них предоставляет пользователю поиск деталей по названию или различным фильтрам. Однако такие системы не всегда учитывают особенности конкретной модели автомобиля, что может приводить к ошибкам при подборе комплектующих.

Электронные каталоги производителей обеспечивают высокую точность подбора, однако обладают сложным интерфейсом и требуют специальных знаний. Интернет-магазины, ориентированные на широкий круг пользователей, часто не содержат механизмов автоматической проверки совместимости деталей.

Анализ существующих решений показал необходимость создания веб-приложения, объединяющего функции конфигурирования автомобиля и автоматизированного подбора совместимых комплектующих с учетом параметров транспортного средства [2].

Разработанное веб-приложение предназначено для владельцев автомобилей, сотрудников сервисных центров и специалистов по продаже автозапчастей.

Система предоставляет следующие возможности:

- подбор комплектующих по VIN-коду автомобиля;
- подбор деталей по параметрам транспортного средства;
- конфигурирование нового автомобиля;
- автоматическая проверка совместимости деталей;
- сравнение выбранных комплектующих;
- расчет стоимости заказа;
- сохранение конфигураций и оформление заказа.

Использование системы позволяет сократить время подбора комплектующих и повысить точность выбора, что особенно важно при работе с большим ассортиментом деталей [3].

В процессе проектирования учитывались следующие принципы:

- логичность структуры интерфейса;
- пошаговый выбор параметров автомобиля;

- минимизация количества вводимых данных;
- визуальные подсказки и уведомления;
- адаптивность интерфейса для различных устройств.

После разработки прототипов интерфейса проведено тестирование удобства использования. Только после этого началась программная реализация системы. Такой подход позволил снизить когнитивную нагрузку пользователя и повысить эффективность взаимодействия с приложением [4].

Общий алгоритм взаимодействия пользователя с системой представлен на рисунке 1.

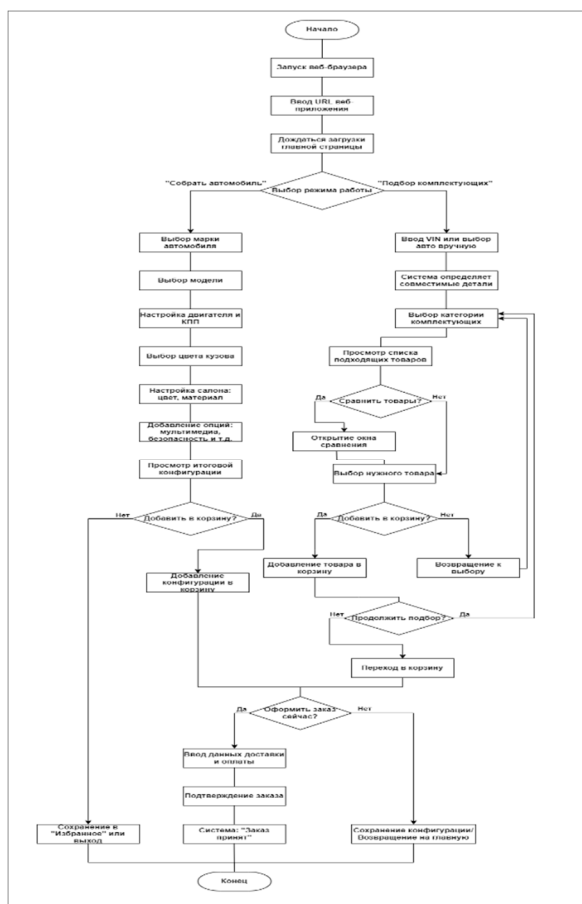


Рисунок 1 – Алгоритм работы пользователя веб-приложения для подбора комплектующих автомобиля

Пользователь запускает веб-приложение и выбирает режим работы: конфигурирование автомобиля или подбор комплектующих. При подборе деталей осуществляется ввод VIN-кода либо выбор параметров автомобиля вручную. Система формирует список совместимых комплектующих и предоставляет возможность их сравнения. После выбора товара выполняется автоматическая проверка совместимости и расчет стоимости. Далее пользователь может добавить товар в корзину и оформить заказ либо сохранить конфигурацию.

Для хранения данных веб-приложения используется реляционная база данных PostgreSQL. Выбор данной системы управления базами данных обусловлен ее надежностью, масштабируемостью и поддержкой сложных запросов [5].

Структура базы данных включает следующие основные таблицы:

- пользователи (Users);
- автомобили (Vehicles);
- комплектующие (Parts);
- категории комплектующих (Categories);
- заказы (Orders);
- элементы заказа (Order_Items);
- таблица совместимости деталей с автомобилями (Compatibility).

Ключевым элементом является таблица совместимости, позволяющая сопоставлять параметры автомобиля с характеристиками комплектующих. Это обеспечивает корректность подбора и предотвращает выбор несовместимых деталей.

Связи между таблицами реализованы с использованием внешних ключей, что обеспечивает целостность данных и возможность масштабирования системы.

Разработанное веб-приложение объединяет функции конфигурирования автомобиля, подбора комплектующих и проверки их совместимости в едином интерфейсе. Использование принципов эргономического проектирования позволило создать интуитивно понятную систему взаимодействия, а применение базы данных PostgreSQL обеспечивает надежное хранение информации и возможность дальнейшего расширения функциональности.

Заключение. В ходе работы разработано веб-приложение для автоматизированного подбора комплектующих автомобиля. Проведен анализ существующих решений и обоснована актуальность разработки. Особое внимание уделено эргономическому проектированию интерфейса и структуре базы данных. Реализованный алгоритм работы системы обеспечивает последовательность действий пользователя и автоматическую проверку совместимости комплектующих. Использование базы данных PostgreSQL обеспечивает надежность хранения информации и возможность масштабирования. Разработанное приложение позволяет повысить точность подбора комплектующих и сократить время поиска необходимых деталей, что подтверждает эффективность предложенного решения.

Список литературы

1. Sommerville, I. *Software Engineering* / I. Sommerville. – 10th ed. – Boston : Pearson, 2016. – 816 p.
2. Pressman, R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach* / R. S. Pressman, B. R. Maxim. – 9th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2020. – 992 p.
3. Norman, D. A. *The Design of Everyday Things* / D. A. Norman. – Revised and expanded ed. – New York : Basic Books, 2013. – 368 p.
4. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. *Эргономика взаимодействия человек-система. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем.* – Введ. 2013-12-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 32 с.
5. Stonebraker, M. *Архитектура систем баз данных* / М. Стоунбрейкер, Дж. Хеллерстейн; пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 784с.

UDC 004.774:629.02

WEB APPLICATION FOR AUTOMATED SELECTION OF AUTOMOBILE COMPONENTS

Knyazeva E.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nikolaev A.Yu. – assistant of the department of EPE

Annotation. The paper considers the development of a web application for automated selection of automobile components and configuration of vehicles. The significance of the subject area and the relevance of the development in the context of digitalization of the automotive market are substantiated. A brief analysis of existing solutions is carried out. Special attention is paid to ergonomic interface design and user interaction algorithms. It is shown that the developed application improves the accuracy of component selection and reduces the number of user errors.

Keywords: web application, auto parts selection, VIN code, interface ergonomics, database, PostgreSQL

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДБОРА И АНАЛИЗА ТЕАТРАЛЬНЫХ ПОСТАНОВОК

Кругликов П.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной работе решается задача создания веб-приложения для подбора и анализа театральных постановок с использованием современных технологий. Разрабатываемая система обеспечивает удобный интерфейс, быструю обработку данных и персонализированные рекомендации на основе предпочтений пользователя.

Ключевые слова: театр, веб-приложение, каталог, персонализированный, рекомендации, алгоритм.

Введение. В современном мире взаимодействие человека с цифровыми сервисами всё чаще приобретает удалённый характер. С развитием интернета появилась возможность получать информацию о культурных событиях из разных источников, не выходя из дома. С каждым годом скорость передачи данных увеличивается, а вместе с тем и увеличиваются объёмы данных, которые обрабатывают пользователи. Первые годы после появления интернет использовался исключительно узкими кругами людей для решения конкретных задач. Популярность интернет начал набирать после появления первых браузеров, а затем и сайтов. Скорость и стоимость интернета того времени позволяла пользователям только обмениваться сообщениями и выполнять простые поисковые запросы. С увеличением возможностей интернета увеличивались и требования пользователей, что выливается сейчас в постепенную цифровизацию общественной жизни [1].

Одной из главных составляющих культурной жизни общества является театр. Люди, живущие в городах с развитой театральной инфраструктурой, всё чаще начинают интересоваться премьерами, следить за репертуаром или искать «что-нибудь новенькое» для культурного досуга. Приложение, объединяющее в себе удобный каталог спектаклей и инструменты для их анализа, удовлетворит одну из важных потребностей современного человека – в качественном и осознанном выборе культурного досуга [2].

Основная часть. Веб-приложение – это клиент-серверное приложение, в котором клиент взаимодействует с сервером через браузер. Оно используется для предоставления пользователям доступа к различным функциям и данным, в данном случае – для поиска и анализа театральных постановок.

В основе любого рекомендательного сервиса лежит система фильтрации и ранжирования, основанная на популярности или рейтинге тех или иных объектов, которые в будущем чаще выдаются как рекомендации пользователям. В основе разрабатываемого приложения кроме традиционных систем фильтрации, основанных на жанре или театре, существует и другая.

Кажется, что только жанровой классификации недостаточно для точного подбора спектакля, и остаётся неизвестным, как помочь пользователю выбрать постановку, соответствующую его настроению. Эту проблему решает введённая в этом сервисе двухуровневая система фильтрации по эмоциям. Она основана на тегах, которые пользователи могут присваивать спектаклям (например, «грустное», «веселое», «философское»), а также на более конкретных эмоциональных характеристиках («заставляющее плакать», «поднимающее настроение», «заставляющее задуматься»). Также для системы рекомендации важна история просмотров самого пользователя. Какие спектакли он уже смотрел, как оценивал, какие фильтры использовал – всё это становится основой для персонализированных рекомендаций. Далее система на основе истории просмотров, поставленных оценок и выбранных фильтров решает, какие спектакли рекомендовать пользователю в первую очередь.

Также система не забывает и о личных потребностях пользователей. Как и любой другой интернет-сервис, веб-приложение для подбора и анализа театральных постановок должен быть удобным и полезным. Пользователь имеет возможность в настройках своего аккаунта определить, спектакли каких жанров он предпочитает, в каких театрах, с какими актерами. Также он может указать предпочтительную длительность спектакля, возрастные ограничения и, что самое важное, – эмоциональную составляющую. На основе вышеуказанных предпочтений система будет сама фильтровать существующие спектакли и формировать персональные подборки по указанным критериям, выбирая постановки, основываясь на отзывах и популярности.

В разрабатываемом приложении предусмотрена и удобная система для работы с рецензиями. В разделе «Мои рецензии» пользователь может просматривать все написанные им отзывы, редактировать их или удалять. При редактировании рецензии пользователь возвращается в интерфейс создания, где он продолжает работать с тем же интерфейсом, что и при создании рецензии, после чего публикация получает пометку «отредактировано».

При написании рецензии на спектакль пользователь может поставить оценку по шкале от 1 до 5 и написать развернутый текст. Также он может указать, с кем он смотрел постановку – один, с партнером, с друзьями или с детьми. Всё это необходимо для составления более точных рекомендаций другим пользователям в будущем и для определения целевой аудитории спектакля.

Для повышения удобства использования в приложении реализованы дополнительные функции: переключение между светлой и темной темой интерфейса, возможность просмотра постера спектакля в высоком разрешении, фотогалерея сцен, а также встроенный словарь театральных терминов с всплывающими подсказками при наведении на сложные слова.

Заключение. Современные веб-приложения прочно закрепились в жизни каждого человека и сопровождают его с утра до вечера. Уже никого не удивит возможность найти в интернете афишу театра. Каждый популярный сервис стремится стать удобным инструментом для решения конкретных задач. Веб-приложение для подбора и анализа театральных постановок должно стать следующим этапом эволюции культурных онлайн-сервисов и стать незаменимым помощником в одной из важных составляющих жизни человека – культурном досуге.

Список литературы

1. Цифровизация культурного пространства: тенденции и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-kulturnogo-prostranstva>. – Дата доступа: 26.02.2026.
2. Петрова, Е.В. Формирование понятия цифровой культурной среды / Е.В. Петрова // Актуальные проблемы развития общества, экономики и права: сборник научных статей молодых преподавателей и аспирантов / Сост. Т. В. Локтева. – М., 2024. – С. 45–52.

UDC 004.738.5:792

WEB APPLICATION FOR SELECTION AND ANALYSIS OF THEATRICAL PRODUCTIONS

Kruglikov P.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. of Sci., Professor, Professor of the Department of EPE

Annotation. This paper addresses the challenge of creating a web application for selecting and analyzing theatrical productions using modern technologies. The developed system provides a user-friendly interface, fast data processing, and personalized recommendations based on user preferences.

Keywords: theater, web application, catalog, personalized, recommendations, algorithm.

УДК 004.774:821.1(0.027.3)

ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ И ОБСУЖДЕНИЯ ПРОИЗВЕДЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Любецкий А.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена разработка веб-платформы для публикации и обсуждения литературных произведений. Платформа предоставляет инструменты для персонализации пользовательских профилей, динамическое обновление контента и сбор статистики взаимодействий, позволяя авторам и модераторам оценивать популярность произведений. Технологическая реализация включает клиентскую часть на HTML, CSS и JavaScript, серверную часть на Java и хранение данных в PostgreSQL.

Ключевые слова: веб-платформа, публикация произведений, персонализация, Java, JavaScript, PostgreSQL, эргономика интерфейса.

Введение. Цифровизация литературной среды изменила условия создания и чтения произведений. Авторы публикуют свои произведения в сети, но существующие площадки порой перегружены ненужной функциональностью, усложняют навигацию или не создают комфортных условий для общения между участниками. В результате авторам сложно продвигать свои произведения, а сами сервисы теряют удобство и аудиторию.

С помощью разработанной платформы авторы могут легко загружать произведения и отслеживать статистику. Кроме того, читатели имеют возможность оценивать произведения, оставлять комментарии, писать рецензии, участвовать в обсуждениях или даже создавать собственные.

Основная часть. Разработанная веб-платформа обеспечивает следующие функциональные возможности:

- автоматизация работы с контентом. Добавление, редактирование и хранение текстов, комментариев и оценок выполняются через серверную часть автоматически, что снижает вероятность ошибок;
- персонализация. У пользователей имеется доступ к личным профилям, где отображается информация о загруженных произведениях, комментариях и активности на платформе;
- гибкость и адаптивность. Система позволяет легко расширять функционал и изменять структуру интерфейса без влияния на работу существующих компонентов;
- удобство взаимодействия. Динамическое обновление страниц обеспечивает быстрый отклик при работе с комментариями, рейтингами и обсуждениями;
- модерация и контроль контента. Авторы могут управлять видимостью публикаций, а модерация может удалять произведения и комментарии в случае нарушения правил платформы;
- аналитика активности. Платформа собирает статистику просмотров, оценок, рецензий и взаимодействий пользователей, позволяя пользователям анализировать популярность произведений;
- уведомления и оповещения. Пользователи получают уведомления о комментариях, ответах в обсуждениях и изменениях статуса своих публикаций.

Платформа была спроектирована с учётом требований эргономики пользовательских интерфейсов. Основное внимание уделено упрощению навигации и снижению когнитивной нагрузки при работе с системой. Структура страниц и расположение элементов интерфейса организованы таким образом, чтобы пользователи могли быстро находить произведения, публиковать их и участвовать в обсуждениях без необходимости выполнять лишние действия.

Технологический стек платформы включает HTML и CSS. HTML используется для структурирования содержимого веб-страниц и определения расположения элементов интерфейса, а CSS отвечает за стилизацию, цветовое оформление, шрифты и адаптивность интерфейса, что делает платформу удобной для работы на различных устройствах [1].

JavaScript используется для реализации интерактивности и динамического обновления интерфейса [2]. Он обеспечивает обработку действий пользователей, таких как отправка комментариев, выставление оценок и участие в обсуждениях, а также подгрузку новых элементов без необходимости полной перезагрузки страниц.

Серверная часть реализована на Java и выполняет ключевую роль в обработке запросов, управлении данными и синхронизации работы всех компонентов системы [3]. Сервер принимает пользовательские действия, проверяет их корректность, взаимодействует с базой данных и возвращает обновлённую информацию на клиентскую часть, гарантируя целостность данных и корректное функционирование платформы.

PostgreSQL используется как основная система управления базой данных. Она хранит структурированную информацию о пользователях, произведениях, комментариях и рейтингах, обеспечивая надёжность данных и возможность их анализа. Благодаря реляционной модели данных становится возможным быстро извлекать статистику, строить отчёты о популярности публикаций и активности аудитории, а также масштабировать платформу по мере увеличения числа пользователей [4].

Заключение. Разработанная веб-платформа позволяет публиковать, комментировать и оценивать произведения. При проектировании интерфейса учитывались принципы эргономики и удобства взаимодействия, что обеспечивает интуитивное использование платформы и комфортную навигацию. Система позволяет анализировать активность аудитории, централизованно хранить информацию и предоставляет эффективные инструменты для взаимодействия между пользователями и контроля контента.

Список литературы

1. HTML и CSS: основы веб-разработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics – Дата доступа: 01.03.2026.
2. The Role of JavaScript in Building Dynamic Websites [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.to/javascriptutorial/the-role-of-javascript-in-building-dynamic-websites-4bf4>. Дата доступа: 03.03.2026
3. Building Web Applications with Java: Server-Side Development Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/java/technologies/java-ee-glance.html>. Дата доступа: 05.03.2026
4. PostgreSQL Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>. Дата доступа: 1.03.2026

UDC 004.774:821.1(0.027.3)

A WEB PLATFORM FOR PUBLICATION AND DISCUSSION OF CONTEMPORARY FICTION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Lyubetsky A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parkhomenko D.A. – Senior Lecturer of the Department of EPE

Annotation. This work presents the development of a web platform for publishing and discussing literary work. The platform provides tools for personalizing user profiles, dynamically updating content, and collecting interaction statistics, allowing authors and moderators to evaluate the popularity of works. The technological implementation includes a client-side component written in HTML, CSS, and JavaScript, a server-side component written in Java, and data storage in PostgreSQL.

Keywords: web platform, work publishing, personalization, Java, JavaScript, PostgreSQL, interface ergonomics.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МЕНТАЛЬНОГО И ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Макаров К.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ломонос О.Л. – к.с.-х.н., доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассмотрены основные функции мобильного приложения для поддержания ментального и физического здоровья, предоставляющего пользователю инструменты для мониторинга самочувствия, формирования полезных привычек и управления эмоциональным состоянием. Описаны функции трекинга настроения, ведения дневника, выполнения дыхательных и медитативных практик, отслеживания физической активности, постановки целей и работы с системными настройками. Представлена диаграмма вариантов использования.

Ключевые слова: мобильное приложение, функции, ментальное здоровье, физическое здоровье, React Native, Supabase.

Введение. В современном мире проблема поддержания ментального и физического здоровья приобретает все большую значимость. По данным Всемирной организации здравоохранения, каждый четвертый человек в мире в определенный момент жизни сталкивается с ментальными или неврологическими расстройствами [1]. Высокий темп жизни, информационная перегрузка, дефицит физической активности и хронический стресс создают условия, при которых пользователям необходим доступный и удобный инструмент для самостоятельного мониторинга и улучшения своего состояния.

Мобильные приложения в сфере здоровья способны не только информировать пользователя, но и формировать устойчивые привычки, мотивировать к регулярной физической активности и предоставлять инструменты для управления стрессом и эмоциональным состоянием. Анализ пользовательских данных позволяет персонализировать рекомендации, адаптируя контент приложения под индивидуальные потребности каждого пользователя.

Разработка мобильного приложения для поддержания ментального и физического здоровья является актуальной задачей, поскольку современные пользователи ожидают комплексного подхода, объединяющего инструменты для работы с психоэмоциональным состоянием и физической активностью в едином интерфейсе. Пользователю необходим продукт, обеспечивающий быстрый и повсеместный доступ к практикам заботы о здоровье, который учитывает его индивидуальные цели и текущее состояние.

Основная часть. Техническая реализация приложения выполнена с использованием фреймворка React Native. Данный выбор обусловлен необходимостью обеспечения кроссплатформенности приложения, что позволяет использовать единую кодовую базу для платформ iOS и Android, сокращая затраты на разработку и поддержку, а также обеспечивая высокую производительность и нативный пользовательский опыт [2].

В качестве серверной инфраструктуры используется платформа Supabase. Реляционная база данных PostgreSQL, лежащая в основе Supabase, обеспечивает надежное и структурированное хранение пользовательских данных, включая записи о настроении, дневниковые заметки, данные о физической активности и параметры достижения целей. Встроенная система аутентификации Supabase Auth позволяет быстро и, безопасно создавать и управлять учетными записями пользователей, а подписки на изменения данных в реальном времени гарантируют актуальность информации на всех устройствах пользователя [3].

Разрабатываемое приложение сопровождает пользователя на всех этапах заботы о здоровье. При первом запуске и создании учетной записи пользователю предлагается пройти краткий опрос, определяющий его текущее состояние, основные цели и предпочтительные

направления работы над здоровьем. Эти данные становятся основой для формирования персонализированных рекомендаций. В дальнейшем рекомендации адаптируются на основе регулярно вводимых пользователем данных о самочувствии и активности.

Ключевой функцией приложения является трекинг настроения. Пользователь ежедневно отмечает свое эмоциональное состояние, указывая уровень настроения и сопутствующие факторы, такие как качество сна, уровень энергии и наличие стрессовых ситуаций.

Для работы с ментальным здоровьем приложение предоставляет функции ведения личного дневника и доступ к библиотеке дыхательных и медитативных практик. Дневник позволяет пользователю фиксировать мысли, переживания и достижения, а практики медитации и дыхательных упражнений помогают снять напряжение, повысить концентрацию и улучшить общее эмоциональное состояние. Каждая практика сопровождается аудио- или визуальными инструкциями для удобства выполнения.

В блоке физического здоровья реализован трекер активности, который позволяет пользователю фиксировать выполненные тренировки, прогулки и иные виды физической нагрузки. Приложение предлагает пользователю рекомендации по физической активности с учетом его целей и текущего уровня подготовки. Система постановки целей и формирования привычек мотивирует пользователя к регулярному выполнению полезных действий, используя механизмы напоминаний, серий выполнения и визуального прогресса.

Контент приложения представлен в доступной и понятной форме, что упрощает освоение новых методов управления стрессом и поддержания физической формы. Встроенные подсказки и рекомендации помогают пользователю использовать функционал приложения максимально эффективно, а персонализация интерфейса делает взаимодействие с системой еще более комфортным.

Эргономическое проектирование интерфейса основывалось на принципах минимализма, доступности информации и заботы о пользователе. Главный экран содержит краткую сводку текущего состояния, включая настроение за последние дни, прогресс по активным привычкам и рекомендуемые практики. Все элементы управления имеют понятные иконки и подписи. Приложение предусматривает спокойную цветовую схему с использованием мягких, ненавязчивых оттенков, способствующих расслаблению пользователя.

При выделении функциональных требований была разработана диаграмма вариантов использования приложения, которая отображает основные действия пользователя, включая регистрацию и авторизацию, трекинг настроения, ведение дневника, выполнение медитативных и дыхательных практик, отслеживание физической активности, постановку целей и формирование привычек, а также настройку профиля и параметров приложения.

При необходимости изменения данных учётной записи, целей, списка привычек и другой пользовательской информации используется экран «Профиль». Для изменения системных настроек приложения, таких как выбор цветовой темы, настройка уведомлений, управление конфиденциальностью данных и изменение языка интерфейса, пользователь использует экран «Настройки».

Дополнительно в архитектуре приложения предусмотрена система анализа пользовательских данных, направленная на выявление закономерностей в состоянии пользователя и повышении эффективности рекомендаций. На основе накопленных данных о настроении, физической активности и выполнении практик система может формировать более точные рекомендации по управлению стрессом, режиму активности и формированию здоровых привычек.

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

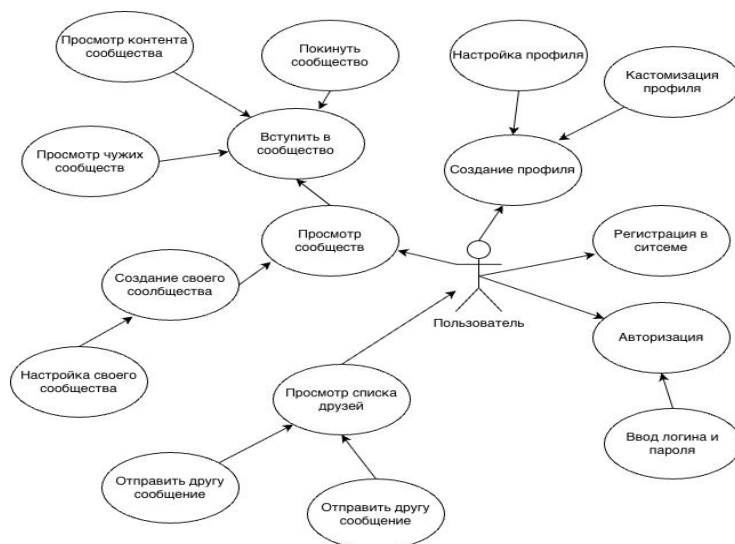


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма наглядно показывает функциональные возможности системы, предоставленные пользователю, а также их взаимосвязи. В центре внимания находятся функции мониторинга состояния, а также модули практик и активности, которые формируют ежедневную пользовательскую рутину.

Заключение. Мобильное приложение для поддержания ментального и физического здоровья обеспечивает пользователей современным и доступным инструментом для комплексной заботы о своем состоянии. Благодаря использованию фреймворка React Native и платформы Supabase реализован кроссплатформенный продукт с высокой производительностью и надежной синхронизацией данных. Приложение объединяет функции трекинга настроения, ведения дневника, отслеживания физической активности и формирования полезных привычек, что позволяет охватить широкую аудиторию пользователей, заинтересованных в улучшении качества своей жизни.

Список литературы

1. Психические расстройства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>.
2. Дата доступа: 16.02.2026 React Native documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactnative.dev/docs/getting-started>. Дата доступа: 14.02.2026
3. Supabase documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://supabase.com/docs>. Дата доступа: 14.02.2026

UDC [004.42 +331.101.1]:159.942.5

MOBILE APPLICATION FOR MAINTAINING MENTAL AND PHYSICAL HEALTH OF MODERN SOCIETY

Makarau K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lomonos O.L. – Cand. of Sci., associate professor of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. This work examines the key features of a mobile application for maintaining mental and physical health, providing users with tools for well-being monitoring, habit formation, and emotional state management. The features described include mood tracking, journaling, breathing and meditation exercises, physical activity tracking, goal setting and habit building, as well as profile management and system settings. Represented a use case diagram is provided.

Keywords: mobile application, functions, mental health, physical health, React Native, Supabase.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РАДИАЦИОННОГО ФОНА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Муравьев Д.А., Лакотко В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Телеш И.А. – к.г.н, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Представлен программный комплекс на C++/Qt для автоматизированного анализа данных радиационного мониторинга. На основе 864 измерений в восьми населенных пунктах Беларуси (2023–2025) выявлена стабильность фона в крупных городах и сохранение повышенных показателей на отдельных территориях. Комплекс применим в образовательных, научно-исследовательских и прикладных целях в системе экологического мониторинга.

Ключевые слова: радиационная безопасность, мониторинг, программный комплекс, анализ данных, временные ряды, статистика, визуализация, Qt.

Введение. Актуальность радиационной безопасности для Беларуси обусловлена долгосрочными последствиями аварии на ЧАЭС: около 23% территории загрязнено, значительное население проживает в зонах отселения. Мониторинг радиационного фона необходим для выявления аномалий, анализа тенденций и оценки рисков. Существующие системы сбора данных функционируют, но их анализ часто ведется вручную, что трудоемко и чревато ошибками. В связи с этим целью работы является разработка программного комплекса для автоматизации сбора, анализа и визуализации данных радиационного мониторинга и его апробация для оценки динамики радиационного фона в регионах Беларуси.

Основная часть. Разработанный программный комплекс автоматизирует полный цикл работы с данными радиационного мониторинга. Программа на C++ с фреймворком Qt обеспечивает кроссплатформенность и производительность. C++ выбран благодаря эффективности и поддержке современных парадигм [2]. Основой служит модуль работы с данными с несколькими режимами ввода: ручное добавление через интерфейс (дата, доза в мкР/ч) и импорт из JSON-файлов для интеграции с базами данных и автоматизированными системами сбора. Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

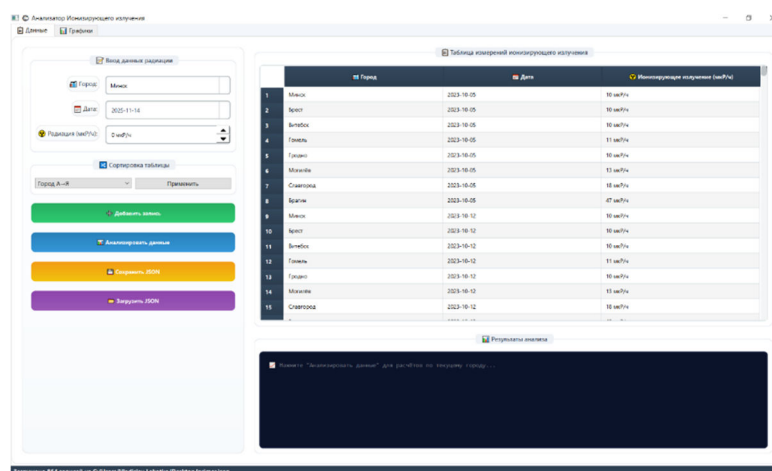


Рисунок 1 – Общий вид интерфейса программного комплекса

Пользователь может добавлять данные вручную через интуитивный графический интерфейс. Для каждого измерения указывается дата, а также значение экспозиционной дозы

в микрорентгенах в час. Кроме ручного ввода, реализована возможность импорта данных из JSON-файлов, что позволяет интегрировать систему с существующими базами данных и автоматизированными системами сбора информации.

Статистический модуль программы выполняет комплексный анализ данных с применением современных методов математической статистики. Для каждого города рассчитываются основные описательные статистики: среднее арифметическое, минимальное и максимальное значения, стандартное отклонение. Реализованные алгоритмы позволяют сравнивать показатели между различными городами и выявлять аномальные значения, которые могут свидетельствовать о локальных проблемах радиационной безопасности. Модуль графиков построен на библиотеке Qt Charts и поддерживает несколько типов отображения информации в соответствии с рекомендуемыми практиками разработки [3]. Данные визуализируются в виде точек измерений. Для выявления основных закономерностей система предоставляет возможность построения линии тренда, которая аппроксимирует общую динамику. Программа поддерживает режим интерактивного масштабирования графиков – пользователь может выделить интересующий временной интервал для детального изучения.

Проведенная визуализация данных [рис.2] наглядно демонстрирует динамику мощности экспозиционной дозы для всех исследуемых городов в едином временном масштабе, что является основой для последующего сравнительного анализа и выявления пространственно-временных закономерностей.

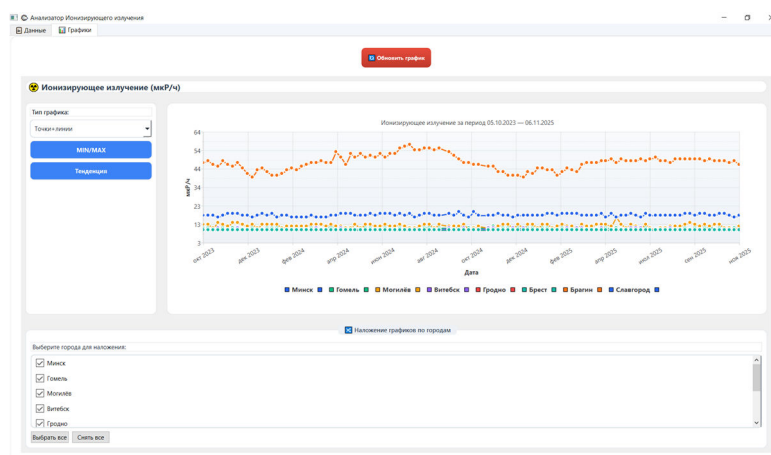


Рисунок 2 – График динамики мощности экспозиционной дозы по городам

Источником данных для анализа послужили результаты еженедельных измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в восьми населенных пунктах Беларуси, включая все областные центры, а именно: Минск, Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Могилёв, а также города Славгород и Брагин [4]. Период наблюдений охватывает временной интервал с октября 2023 по ноябрь 2025 года, общий объем данных составляет 864 измерений, все значения представлены в единицах измерения микрорентген в час.

Для комплексной оценки радиационной обстановки был проведен статистический анализ данных по всем восьми населенным пунктам. Результаты анализа демонстрируют четкую дифференциацию территорий по уровню радиационного фона. Города Минск, Брест и Гродно показывают абсолютно стабильные показатели на уровне 10 мкР/ч с нулевым стандартным отклонением. Витебск и Гомель демонстрируют незначительные колебания в пределах 10-13 мкР/ч со стандартным отклонением менее 0,5 мкР/ч и коэффициентом вариации менее 5%, что указывает на высокую стабильность радиационной обстановки в этих городах. Могилёв характеризуется средним значением 12,23 мкР/ч с заметными колебаниями и стандартным отклонением 1,42, коэффициент вариации составляет 11,5%, что свидетельствует о средней степени изменчивости показателей. Славгород показывает стабильно повышенный фон на уровне 18-20 мкР/ч с умеренной вариабельностью и стандартным отклонением 1,06. Наиболее высокие показатели зарегистрированы в Брагине,

где среднее значение составляет 47,08 мкР/ч с существенной вариабельностью показателей и стандартным отклонением 4,07, при этом диапазон колебаний достигает 18 мкР/ч. Расчет линейных трендов показал слабую положительную динамику в Брагине с коэффициентом наклона +0,12 мкР/ч в месяц.

Визуальный анализ временных рядов позволил выявить аномальные значения и тенденции: в Брагине зафиксирован максимальный уровень 57 мкР/ч в июле 2024 и 2025 годов, а минимальные значения 39-40 мкР/ч отмечаются в декабре-январе. Иначе говоря, для Брагина был выявлен выраженный сезонный паттерн. Сравнительный анализ выявил существенные различия между выделенными кластерами. Разница между средними значениями столицы и Брагина составляет более 37 мкР/ч, что визуально очевидно и не требует статистической проверки для подтверждения значимости. Анализ коэффициентов вариации показал, что наибольшая относительная изменчивость характерна для Могилёва (11,5%), тогда как в Славгороде при более высоком абсолютном уровне фона наблюдается меньшая относительная вариабельность (4,4%).

Заключение. Проведенный анализ подтвердил соответствие выявленных региональных различий известной картине радиоактивного загрязнения: абсолютная стабильность фона в Минске, Бресте и Гродно (10 мкР/ч) подтверждает радиационную безопасность крупных городов, тогда как сохранение повышенных показателей в Брагине (47 мкР/ч) и Славгороде (18-20 мкР/ч) с выраженной сезонной динамикой в Брагине (максимумы в июле до 57 мкР/ч) обосновывает необходимость продолжения мониторинга в загрязненных зонах. Обнаруженные временные динамики в пострадавших регионах, в частности сезонные колебания в Брагине, могут быть связаны с влиянием атмосферных осадков и состоянием почвенного покрова. Иначе говоря, наблюдаемое увеличение показателей летом может объясняться более интенсивным испарением и выносом радионуклидов на поверхность, а зимнее снижение – наличием снежного покрова, выполняющего экранирующую функцию.

Список литературы

1. Последствия Чернобыльской катастрофы для Беларуси [Электронный ресурс] / Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/informatsionnyy-tsentr/posledstviya-chernobylskoy-katastrofy-dlya-belarusi/>. – Дата доступа: 07.11.2025.
2. Страуструп, Б. Язык программирования C++. Специальное издание / Б. Страуструп. – М.: Бином, 2019. – 1136 с.
3. Блишкет, Ж. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++ / Ж. Блишкет, С. Саммерфилд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 1072 с.
4. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды. – Режим доступа: <https://rad.org.by/news/>. – Дата доступа: 07.11.2025.

UDC 004.42:551.509.321(476)(1-21)

A SOFTWARE PACKAGE FOR ANALYZING THE DYNAMICS OF THE RADIATION BACKGROUND USING THE EXAMPLE OF CITIES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Muravyov D.A., Lakotko V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. A software package in C++/Qt for automated analysis of radiation monitoring data is presented. Based on 864 measurements in eight settlements of Belarus (2023-2025), background stability in large cities and the persistence of elevated indicators in certain territories were revealed. The complex is applicable for educational, research and applied purposes in the environmental monitoring system.

Keywords: radiation safety, monitoring, software package, data analysis, time series, statistics, visualization, Qt.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ С ФУНКЦИЕЙ АДАПТАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА ПОД ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Павлова А.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлена разработка веб-приложения, предназначенного для тренировки памяти и внимания с функцией адаптации интерфейса под индивидуальные особенности восприятия пользователей. Приложение включает диагностические тесты и тренировочные упражнения, направленные на развитие когнитивных функций в процессе взаимодействия с системой. В рамках работы предусмотрен начальный тест, результаты которого используются для адаптации пользовательского интерфейса под индивидуальные особенности восприятия пользователя. Особое внимание уделено эргономическому проектированию интерфейса, методам оценки когнитивных характеристик и повышению эффективности тренировок памяти и внимания. Разработка реализована с использованием *JavaScript*, *Node.js*, *React.js* и *PostgreSQL*, что обеспечивает стабильность, масштабируемость и высокую производительность.

Ключевые слова: веб-приложение, тренировка, когнитивные функции, развитие, адаптивный интерфейс

Введение. С распространением цифровых технологий и увеличением времени, проводимого за экранами, наблюдается рост когнитивной нагрузки и снижение способности к длительной концентрации. Поэтому тренировка когнитивных функций особенно важна в условиях постоянных изменений, когда умение быстро переключаться и удерживать информацию становится конкурентным преимуществом [1].

Таким образом, создание цифровых инструментов, способствующих развитию когнитивных способностей, отвечает актуальным социальным и медицинским вызовам. Особенно важным становится индивидуализированный подход, учитывающий особенности восприятия. Это позволяет не только повысить эффективность тренировок, но и сделать процесс развития интеллекта комфортным и мотивирующим.

Целью данной работы является разработка веб-приложения для тренировки памяти и внимания с функцией адаптации интерфейса под индивидуальные особенности восприятия пользователей. Объектом исследования выступают когнитивные функции человека, а предметом – методы и средства оценки и улучшения состояния когнитивных функций.

Основная часть. Разработанное веб-приложение представляет собой программное решение, объединяющее модули диагностики и развития когнитивных функций в единой цифровой среде. Основной инновационной составляющей системы является наличие блока пре-тестирования, который позволяет автоматически корректировать визуальные параметры интерфейса (размер шрифта, цветовую схему и размеры элементов управления) под индивидуальные перцептивные возможности конкретного человека. Программа обеспечивает не только выполнение тренировочных упражнений, но и непрерывный сбор данных о поведении пользователя для оценки эффективности процесса обучения.

Актуальность данного исследования обусловлена стремительным ростом сложности информационных систем, что ведет к существенному увеличению когнитивной нагрузки на пользователей. Избыточная ментальная нагрузка часто становится причиной ошибок, снижения продуктивности и быстрой утомляемости при работе с цифровыми интерфейсами. Разработка инструментов, помогающих тренировать когнитивные навыки и диагностировать их состояние, а также способных автоматически адаптироваться под индивидуальные пороги

восприятия информации, является критически важной задачей для повышения эргономичности современных программных продуктов.

Архитектура системы реализована на основе трехструктурной модели: клиент, сервер и база данных, что гарантирует стабильность и масштабируемость приложения. Клиентская часть построена с использованием библиотеки *React.js*, обеспечивающей высокую отзывчивость и гибкость интерфейса при взаимодействии с пользователем [2]. Серверная часть, реализованная на платформе *Node.js*, отвечает за обработку событий, маршрутизацию и выполнение алгоритмов анализа данных, в то время как СУБД *PostgreSQL* обеспечивает надежное хранение профилей пользователей и результатов их тестирования.

Преимущества разработанного решения заключаются в реализации принципа индивидуализации визуальной среды на основе объективных диагностических данных. В отличие от стандартных тренажеров со статичным интерфейсом, данная система минимизирует когнитивные усилия пользователя на этапе восприятия информации за счет предварительной настройки шрифтов и контрастности. Это позволяет человеку сфокусировать все ресурсы внимания непосредственно на выполнении задачи, снижая побочную нагрузку от взаимодействия с самой системой (рисунок 1).

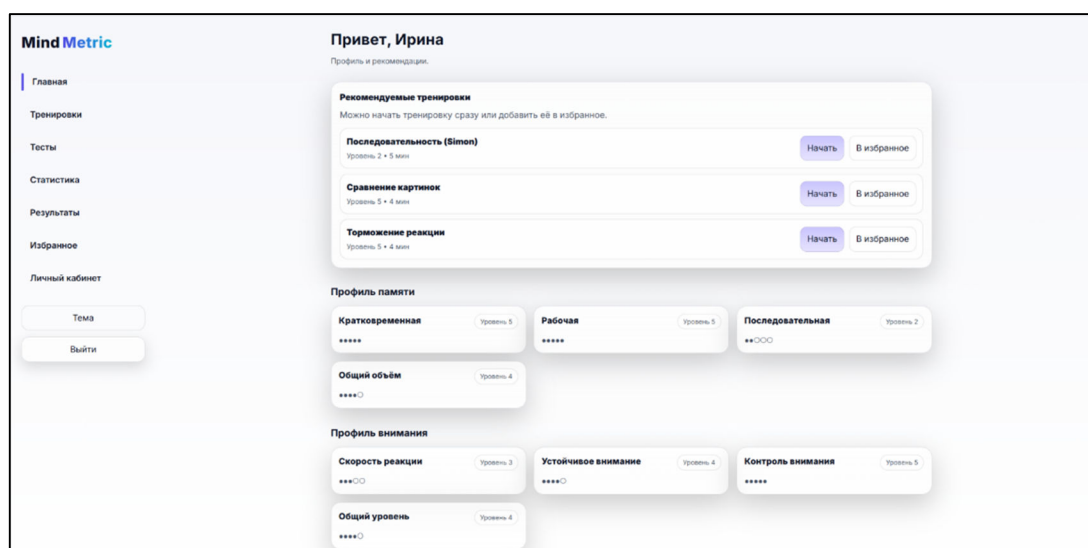


Рисунок 1 – Макет главной страницы

Дополнительным преимуществом является комплексный подход к анализу эффективности тренировок. Система регистрирует не только итоговую точность ответов, но и детальные поведенческие метрики: время реакции на различные стимулы, интервалы между действиями и динамику возникновения ошибок. Такой детализированный сбор данных позволяет формировать глубокий психологический профиль пользователя и предлагать максимально точные рекомендации по подбору сложности заданий.

Процесс эксплуатации веб-приложения начинается с теста для анализа адаптации интерфейса, который проводится в три этапа. На первом этапе система оценивает читаемость текста, фиксируя точность действий пользователя при чтении фрагментов различного кегля, и устанавливает комфортный размер шрифта. Второй этап посвящен анализу цветовосприятия: при обнаружении затруднений в условиях низкой контрастности автоматически активируется режим с повышенным контрастом и выраженными цветовыми акцентами. На третьем этапе проверяется различимость кнопок и иконок, на основании чего корректируются размеры интерактивных компонентов для минимизации риска случайных нажатий [3].

После настройки интерфейса пользователь переходит к блоку тренировки памяти. Тест на кратковременную зрительную память требует воспроизведения набора исчезающих геометрических фигур. Оценка рабочей памяти осуществляется через последовательное предъявление стимулов и определение их совпадения с предыдущими объектами. Тест на последовательную память проверяет способность запоминать и восстанавливать

упорядоченные цепочки символов. По итогам этих испытаний формируются количественные показатели, определяющие объем и точность удержания информации в памяти.

Завершающим этапом являются тесты на внимание, оценивающие четыре его ключевых аспекта. Концентрация и устойчивость проверяются в ходе монотонного поиска заданных элементов среди множества стимулов. Избирательность внимания исследуется в условиях информационного конфликта, когда пользователю необходимо подавлять мешающие факторы. Способность к распределению внимания оценивается через параллельное выполнение двух задач, например, отслеживание символов и реагирование на движение объекта. Полученные данные позволяют системе автоматически подобрать тренировочную программу, соответствующую текущему уровню развития пользователя.

Заключение. Разработанное веб-приложение представляет собой эффективный инструмент для тренировки памяти и внимания пользователей и демонстрирует практическую применимость принципов эргономического проектирования при создании когнитивно-ориентированных информационных систем. Приложение включает диагностические тесты и тренировочные упражнения, направленные на развитие когнитивных функций, а также реализует механизм адаптации пользовательского интерфейса под индивидуальные особенности восприятия.

Благодаря использованию начального тестирования система автоматически настраивает параметры интерфейса, обеспечивая комфортные условия взаимодействия пользователя с приложением. Модульная архитектура и применение современных веб-технологий обеспечивают масштабируемость, стабильность и удобство сопровождения разработки. Использование разработанного приложения позволяет определить уровень развития когнитивных функций (памяти и внимания) пользователя, а также повысить его путем прохождения тестов и соответствующих тренировок.

Список литературы

1. Когнитивные функции человека и их развитие в цифровой среде. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>. Дата доступа: 20.02.2026.
2. React, JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.react.js.org/>. Дата доступа: 21.02.2026.
3. Головач, В. В. Дизайн пользовательского интерфейса : пособие / В. В. Головач. – Москва : Юзетикс, 2015. – 64 с.

UDC [004.774+159.953.4]:331.101.1

WEB APPLICATION FOR MEMORY AND ATTENTION TRAINING WITH THE FUNCTION OF ADAPTING THE INTERFACE TO THE USERS PERCEPTION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Pavlova A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Electronics

Annotation. The article presents the development of a web application designed for memory and attention training with the function of adapting the interface to the individual characteristics of users' perception. The application includes diagnostic tests and training exercises aimed at developing cognitive functions in the process of interaction with the system. The work includes an initial test, the results of which are used to adapt the user interface to the individual characteristics of the user's perception. Special attention is paid to the ergonomic design of the interface, methods for assessing cognitive characteristics, and improving the effectiveness of memory and attention training. The development is implemented using JavaScript, Node.js, and React.js and PostgreSQL, which provides stability, scalability, and high performance.

Keywords: web application, training, cognitive functions, development, adaptive interface

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПРИ ПОМОЩИ RFID

Прокопенко Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – ст. преподаватель кафедры, магистр технических наук

Аннотация. Разработана автоматизированная система контроля доступа на базе микроконтроллера ESP32 и RFID-технологии. Особенностью системы является интеграция с веб-сервером для управления рабочими графиками. Предложена методика динамического учета рабочего времени с визуализацией статуса доступа сотрудника и статуса работы микроконтроллера на LCD-дисплее.

Ключевые слова: система контроля доступа, RFID, ESP32, автоматизация учета, веб-интерфейс

Введение. Современное промышленное предприятие требует высоких стандартов учета рабочего времени и безопасности доступа на это предприятие. Традиционные журналы посещения и механические турникеты и другие системы безопасного доступа на предприятие не обеспечивают достаточной гибкости для управления сменными графиками и оперативной выдачи штрафов за опоздания на рабочее место [1]. Внедрение технологий IoT позволяет создать распределенные системы учета соблюдения рабочего графика с центральным управлением администрацией для контроля соблюдения рабочего графика [2].

В данной статье показано, что интеграция микроконтроллерных средств с веб-технологиями позволяет не только фиксировать факт прохода сотрудника, но и автоматически анализировать соблюдение трудового графика системой в реальном времени.

Основная часть. При проектировании системы контроля доступа для промышленного предприятия необходимо решить следующие две задачи [3]:

- обеспечить надежную идентификацию сотрудника и отображение статуса нахождения на рабочем месте в реальном времени;
- реализовать гибкую систему управления графиками смен сотрудников и автоматического расчета отклонений от трудового графика.

Для решения данных задач была спроектирована следующая архитектура взаимодействия (рисунок 1):

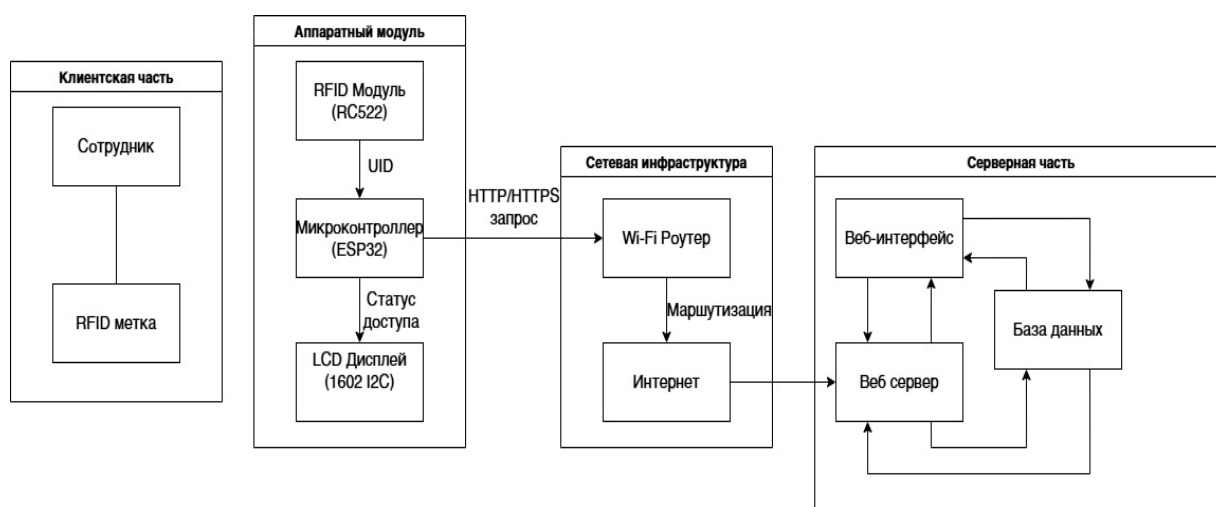


Рисунок 1 – Архитектура взаимодействия аппаратной части и веб-сервера

Данная система была представлена в виде ряда функциональных модулей, характеристики которых приведены в таблице 1:

Таблица 1 – Технические характеристики модулей системы

№ модуля	Наименование	Назначение	Время отклика, мс
Модуль 1	ESP32	Обработка данных и связь	50–100
Модуль 2	RFID RC522	Считывание идентификатора	100–150
Модуль 3	LCD 1602 (I2C)	Визуализация статуса	20–30

Общий алгоритм работы системы контроля доступа можно представить следующим образом (рисунок 2).

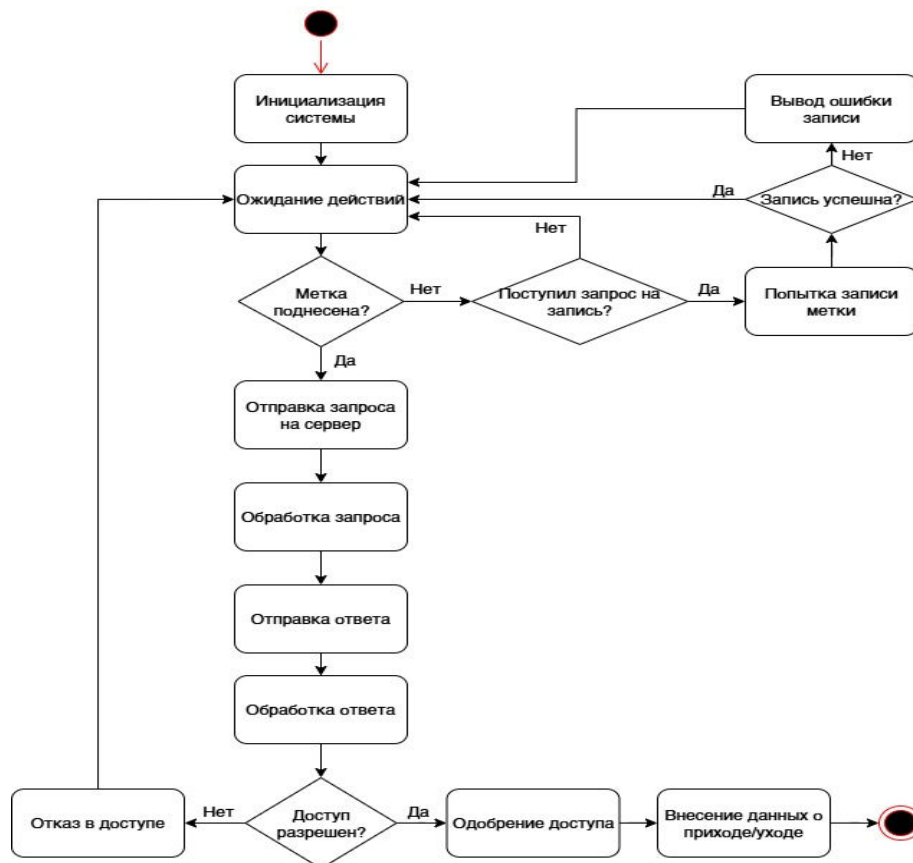


Рисунок 2 – Алгоритм функционального тестирования микроконтроллеров

Контроль доступа осуществлялся путем считывания UID метки и отправки запроса на сервер, сервер начинает проверку наличия метки в базе данных, при наличии такой метки в базе данных, доступ разрешается. После проверки рабочего графика сотрудника, который поднёс метку, производится запись события в базу данных, после чего на LCD-дисплей выводилось сообщение о статусе доступа. Администрация может выслать с панели запрос на запись новой метки для определенного сотрудника, который утратил доступ к своей старой метке, а также для нового сотрудника предприятия.

При опоздании сотрудника на рабочее место, величина отклонения от графика начала работы рассчитывается по формуле 1:

$$\Delta T = T_{\text{факт}} - T_{\text{план}} \times K_{\text{штраф}}, \quad 1)$$

где $T_{\text{факт}}$ – фактическое время прихода сотрудника на рабочее место;
 $T_{\text{план}}$ – плановое время начала рабочей смены согласно графику работы;

$K_{\text{штраф}}$ – коэффициент отклонения от графика работы.

Выход из строя или некорректная работа системы контроля и управления доступом в условиях предприятия часто обусловлена нестабильностью сети. Данный модуль системы строится на базе микроконтроллера ESP32, обладающий не только режимами подключения к Wi-Fi, но и режимом точки доступа для локальной настройки при отсутствии связи с ПК [4].

Таким образом, из-за введения веб-интерфейса для управления взысканиями и рабочими графиками на стороне сервера делает данный функциональный блок наиболее удобным для администрирования, чем стандартные автономные контроллеры [5], за счет доступа к веб-интерфейсу с любого устройства в любом месте. Результаты тестирования веб-панели и аппаратной части на скорость отклика и корректность работы показывают эффективность применения данной методики для построения систем учета рабочего времени на промышленных объектах.

Заключение. Выполнен анализ эффективности использования микроконтроллера ESP32 в системах контроля и управления доступом на промышленное предприятие. Установлено, что автоматизация расчета взысканий на основе веб-графиков работы сотрудников упрощает работу отдела кадров на 25–40 %, что, в свою очередь, может привести к уменьшению количества ошибок при начислении заработной платы и упрощает контроль за соблюдением рабочего графика сотрудниками. Изменения в архитектуре системы обусловлены необходимостью централизованного управления доступом на промышленное предприятие, контролем соблюдения рабочего графика сотрудниками.

Предложено использование методики динамического учета рабочего времени при анализе последствий нарушения работы предприятия, вызванных нарушением трудовой дисциплины. Разработана методика определения статуса присутствия на рабочем месте сотрудника, основанная на применении модели с автоматической сверкой планового графика работы и фактического присутствия сотрудника на рабочем месте.

Список литературы

1. Автоматизация табельного учета на предприятии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://targcontrol.com/blog/top-programs-for-automatic-timesheet>. Дата доступа: 10.02.2026.
2. Промышленный интернет вещей: в чем его польза для бизнеса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.purrweb.com/ru/blog/promyshlenny-internet-veschey>. Дата доступа: 10.02.2026.
3. Программирование устройств на основе модуля ESP32 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/epam_systems/articles/522730. Дата доступа: 11.02.2026.
4. Пишем свой веб-сервер на Python: сокеты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iximiuz.com/ru/posts/writing-python-web-server-part-1>. Дата доступа: 12.02.2026.
5. ТЕХНОЛОГИЯ RFID. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/52744/1/Vasyutich_Tehnologiya.pdf. Дата доступа: 12.02.2026.

UDC 004.03

CONTROL OF MICROCONTROLLER UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROSTATIC DISCHARGE

Prokopenko D.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. – Master of Technical Sciences, senior lecturer of the department

Annotation. An automated access control system based on the ESP32 microcontroller and RFID technology has been developed. A special feature of the system is integration with a web server to manage work schedules. A method of dynamic accounting of working hours with visualization of the employee's access status and the operation status of the microcontroller on an LCD display is proposed.

Keywords: access control system, RFID, ESP32, accounting automation, web interface

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОНЛАЙН-ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ЧАСТНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Пуренков Е. Ф.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель каф. ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается разработка информационной системы онлайн-площадки для размещения частных объявлений. Система ориентирована на обеспечение удобного размещения, поиска и управления объявлениями в рамках веб-среды. В работе описываются архитектурные решения построения приложения и принципы организации взаимодействия пользователей с системой. Особое внимание уделено эргономическому обеспечению интерфейса, направленному на повышение удобства использования, снижение когнитивной нагрузки и повышение эффективности работы с платформой.

Ключевые слова: информационная система, онлайн-площадка, частные объявления, веб-приложение, пользовательский интерфейс, эргономика.

Введение. В настоящее время интернет-платформы для размещения частных объявлений широко используются для продажи товаров и предоставления услуг. Они позволяют пользователям находить информацию, публиковать предложения и взаимодействовать друг с другом в онлайн-среде. Рост числа подобных систем требует повышения их качества и удобства использования.

При разработке информационных систем важную роль играет архитектура, обеспечивающая стабильную работу и возможность расширения функционала [1]. Существенное значение имеет и эргономика интерфейса, поскольку удобство навигации и расположение элементов влияют на эффективность работы пользователя [2]. Перегруженный интерфейс может затруднять выполнение операций и снижать эффективность использования платформы.

Таким образом, разработка информационной системы онлайн-площадки для частных объявлений с учётом технологических и эргономических требований является актуальной задачей.

Основная часть. Цель работы – проектирование и реализация информационной системы онлайн-площадки для частных объявлений, обеспечивающей функциональность и удобство использования. Объектом исследования является веб-приложение для размещения и поиска объявлений, а предметом – архитектурные и технологические решения его построения, а также методы эргономической оптимизации интерфейса.

Разработка выполняется на основе клиент-серверной архитектуры [3]. Серверная часть реализована на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring Boot, обеспечивающего упрощённую конфигурацию и модульную структуру проекта [1].

Пользовательский интерфейс реализован с использованием шаблонизатора Thymeleaf [4]. Хранение данных о пользователях, объявлениях и категориях осуществляется с помощью системы управления базами данных PostgreSQL [5]. Разработка выполняется в среде IntelliJ IDEA [6].

Функциональная структура системы отражена на диаграмме вариантов использования, представленной на рисунке 1. В рамках модели предусмотрено разграничение ролей пользователя и администратора.



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

При проектировании интерфейса учитываются положения инженерной психологии, согласно которым рациональное распределение элементов управления, логическая структурированность информации и минимизация избыточных действий способствуют повышению эффективности деятельности оператора системы [2]. Применение данных принципов позволяет обеспечить удобство взаимодействия пользователя с веб-приложением и снизить вероятность ошибок.

Заключение. В результате работы разработана концепция информационной системы онлайн-площадки для частных объявлений, основанная на применении современных технологий веб-разработки и принципов эргономического проектирования. Использование Spring Boot и PostgreSQL обеспечивает надёжность и расширяемость программного решения, а учёт положений инженерной психологии повышает качество пользовательского взаимодействия. Разработанная система может служить основой для дальнейшего развития и расширения функционала.

Список литературы

1. Walls C. *Spring Boot in Action*. – Manning Publications, 2016.
2. Венда Е.С. *Инженерная психология и эргономика*. – М.: Изд-во МГУ, 1983.
3. Fielding R. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. – University of California, Irvine, 2000.
4. Thymeleaf Documentation - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thymeleaf.org/documentation.html> – Дата доступа: 25.02.2026.
5. Stonebraker M., Hellerstein J. *Readings in Database Systems*. – MIT Press, 2005.
6. JetBrains. *IntelliJ IDEA Documentation* - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jetbrains.com/idea/documentation> – Дата доступа: 25.02.2026.

UDC 004.42:331.101.1

INFORMATION SYSTEM OF AN ONLINE ADVERTISING PLATFORM AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Purenkov E.F.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parkhomenko D.A. – Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. This article examines the development of an information system for an online classifieds platform. The system is designed to facilitate convenient posting, searching, and managing classifieds within a web environment. The paper describes the architectural solutions for building the application and the principles for organizing user interaction with the system. Particular attention is paid to the ergonomics of the interface, aimed at improving ease of use, reducing cognitive load, and enhancing platform efficiency.

Keywords: information system, online platform, private ads, web application, user interface, ergonomics.

УДК 53.06

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА ИЛИ ЛЕСОПАРКА

Пушистова Е.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Камлач В.И. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматриваются особенности проявления рекреационной нагрузки и её влияние на состояние земель на примере парка им. Михаила Павлова в г. Минске. Путём картографирования местности и полевых наблюдений выполнена оценка степени деградации территории. На основе анализа плотности рекреационных потоков и визуального состояния растительного покрова выделены зоны высокой, средней и слабой рекреационной нагрузки.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, деградация земель, тропиноподобная сеть, антропогенное воздействие, картографирование, рекультивация

Введение. С развитием урбанизации городские парки и лесопарки приобретают всё более важное значение как пространства отдыха и элементы экологической инфраструктуры. Одновременно возрастает интенсивность рекреационного использования, что приводит к уплотнению почв, разрушению травяного покрова, снижению биологической активности почв и формированию неформальной тропиноподобной сети. Подобные эффекты отмечены в ряде исследований, посвящённых оценке рекреационного воздействия на почвенно-растительные комплексы городских территорий [1, 3, 5]. Цель данного исследования заключается в анализе структуры рекреационной нагрузки в городском парке, определении уязвимых зон деградации земель и разработке рекомендаций по снижению негативного антропогенного воздействия. В методологическую основу включены полевые наблюдения, картографирование троп, оценка состояния растительности и анализ плотности рекреационных потоков, что соответствует подходам, описанным в современных работах по рекреационной экологии [1, 4].

Основная часть. На территории парка выявлены особенности распределения рекреационной нагрузки, формируемые системой официальных и неформальных троп. Результаты картографирования представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Картографическая основа исследования

Официальные бетонные дорожки образуют каркас организованного движения посетителей. Их наибольшая концентрация наблюдается в северо-восточной части парка. По

аналогии с результатами исследований городских парков Москвы, вдоль дорожек фиксируются участки локального вытаптывания, возникающего из-за сходов посетителей на обочины [3].

Неформальные грунтовые тропы образуют плотную сеть, особенно вдоль водоёма и между основными маршрутами. Их возникновение является характерным индикатором повышенной рекреационной нагрузки и недостаточной организации потоков, что отмечено также в исследованиях по оценке тропинойной сети в природных территориях [1, 4].

Укреплённая гравийная тропа призвана регулировать движение посетителей, однако наличие параллельных «обходных» маршрутов демонстрирует её перегруженность. Аналогичные явления описаны в исследованиях лесных рекреационных экосистем, где недостаточная пропускная способность троп приводит к образованию дополнительных путей и разрастанию зон вытаптывания [2].

Береговая зона является наиболее уязвимой частью парка. Параллельные тропы, идущие вдоль водоёма, свидетельствуют о высокой рекреационной нагрузке. Подобное воздействие на прибрежные лесные территории и снижение устойчивости растительного покрова отмечены в работах по рекреационному воздействию на лесные экосистемы [2].

На основе полевых наблюдений выделены три категории рекреационной нагрузки. Методика зонирования территории парка основывалась на комплексной оценке уплотнения почвы, состояния растительного покрова и плотности неофициальной тропинойной сети. На рисунке 2 представлена схема зонирования территории парка им. Михаила Павлова.

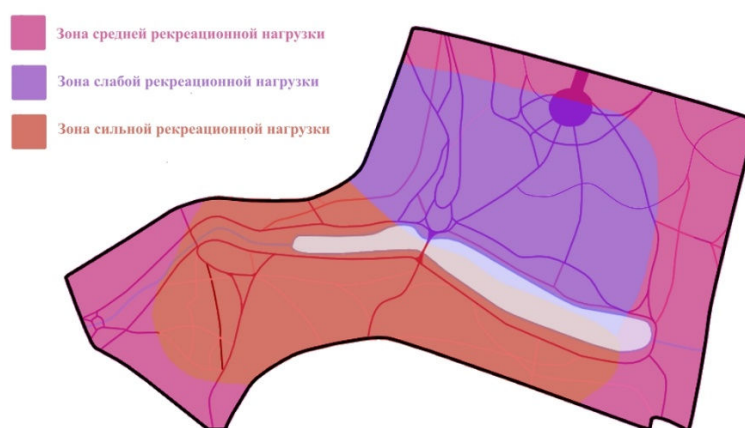


Рисунок 2 – Зонирование местности парка

Такой подход соответствует принципам рекреационно-экологического анализа, описанным в учебном пособии по рекреационной географии [1], где подчёркивается необходимость учитывать фактическое воздействие посетителей на природные компоненты. Подобные процессы уплотнения почвы и разрушения дернины подробно описаны в исследованиях городских троп [1] и лесных рекреационных территорий [2]. Уплотнение почвы и степень её оголения рассматривались как одни из ключевых индикаторов нагрузки, что согласуется с результатами исследований состояния почвенных покровов рекреационных лесных территорий [2]. Особое внимание уделялось плотности неофициальных троп, так как их наличие отражает реальные направления движения посетителей и скрытые очаги антропогенного воздействия, не фиксируемые в официальной инфраструктуре.

Зона сильной рекреационной нагрузки характеризуется высокой плотностью троп, оголением почвы, уплотнением грунта и выраженным разрушением травяного покрова. В отдельных местах наблюдаются эрозионные микроповреждения. К зоне относятся береговая линия и узлы рекреационной активности.

Зона средней рекреационной нагрузки расположена вблизи входных групп и на открытых полянах. Характерные признаки: локальные очаги вытаптывания, частичное разрежение травостоя и сезонные колебания нагрузки. Растительность сохраняет относительную устойчивость, однако чувствительна к увеличению потока посетителей. Аналогичные

наблюдения приводятся в работах по оценке рекреационного воздействия в городских парках [3].

Зона слабой рекреационной нагрузки охватывает удалённые части парка с минимальной плотностью диких троп и низкой посещаемостью, а также местность с высокой плотностью официальных бетонных дорожек. Отличается сохранным подлеском, отсутствием уплотнения почвы и высокой природоохранной значимостью. Такие территории, согласно экологическим исследованиям, обладают потенциалом для восстановления нарушенных участков [5].

Закключение. Для снижения антропогенного воздействия необходимо упорядочить движение посетителей путём установки указателей, информационных стендов и создания альтернативных официальных маршрутов, что соответствует современным подходам к управлению рекреационными нагрузками [4]. Укрепление основных троп (подсыпка щебня, устройство настилов, ограничение разрастания троп бордюрами) позволяет уменьшить разрушение растительности и снизить риск формирования новых «диких» маршрутов [1]. Рекультивация нарушенных территорий должна включать посев местных видов трав и временное ограничение посещения зон высокой деградации, что подтверждается исследованиями биологической активности почв в условиях рекреационного воздействия [5]. Экопросвещение может также сыграть важную роль: информирование посетителей о необходимости бережного отношения к природной среде позволит уменьшить неорганизованную рекреацию и поспособствует восстановлению природных комплексов.

Список литературы

1. Рекреационная география: учебное пособие [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/219>. Дата доступа: 01.12.2025.
2. Влияние рекреации на состояние почвенного покрова лесных территорий Черноморского побережья России [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://les-vest.mf.bmstu.ru/les_vest/2019/6_2019/51-59.pdf. Дата доступа: 01.12.2025.
3. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: автореферат диссертации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/pochvy-i-rastitelnost-parkovo-rekreatsionnykh-landshaftov-moskvy>. Дата доступа: 01.12.2025.
4. Опыт оценки и мониторинга рекреационного воздействия на лесные экосистемы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--80abmehbaibgnwcmzjeef0c.xn--p1ai/upload/iblock/015/015a4d89e8b7e82af2bf32d4d7e3f5c5.pdf>. Дата доступа: 01.12.2025.
5. Влияние рекреационной нагрузки на биологическую активность почв городского парка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://panor.ru/articles/vliyanie-rekreatsionnoy-nagruzki-na-biologicheskuyu-aktivnost-pochv-gorodskogo-parka/107094.html>. Дата доступа: 01.12.2025.

UDC 53.06

CARTOGRAPHING AND ASSESSING THE DEGREE OF LAND DEGRADATION AS A RESULT OF RECREATIONAL LOADS ON THE EXAMPLE OF A CITY PARK OR A FOREST PARK

Pushistova E.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – senior lecturer, Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The paper examines the features of the manifestation of recreational stress and its impact on the state of the land on the example of the park. Mikhail Pavlov in Minsk. The degree of degradation of the territory was assessed by mapping the area and field observations. Based on the analysis of the density of recreational flows and the visual condition of vegetation cover, zones of high, medium and low recreational load have been identified.

Keywords: recreational load, land degradation, path network, anthropogenic impact

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ

Семенько Е.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Хлудеев И.И., – к.б.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработанная система представляет собой автономное устройство на базе микроконтроллерной платформы Arduino Uno, оснащенное датчиками температуры и влажности воздуха, влажности почвы и влагозащищенного датчика температуры почвы. Система осуществляет сбор и хранение данных с датчиков с записью на SD-накопитель для локального хранения.

Ключевые слова. Микроклимат теплицы, промышленная теплица, аппаратно-программный модуль, мониторинг параметров, Arduino Uno, температура и влажность воздуха, влажность почвы.

Введение. В условиях промышленного тепличного производства обеспечение стабильных параметров микроклимата является одним из определяющих факторов получения высокой урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. К числу основных контролируемых параметров относятся температура и влажность воздуха, а также температура и влажность почвы. Отклонение данных показателей от оптимальных значений приводит к замедлению процессов вегетации, развитию заболеваний растений и снижению экономической эффективности производства.

Рост количества промышленных теплиц показывает необходимость применения автоматизированных систем сбора данных и последующего контроля теплицы, за счет непрерывного сбора и анализа информации.

Основная часть. Целью работы является разработка аппаратно-программного модуля мониторинга параметров микроклимата в промышленных теплицах. Разработанный аппаратно-программный модуль работает на базе микроконтроллера Arduino Uno, который характеризуется достаточной вычислительной мощностью, наличием встроенных интерфейсов ввода-вывода и возможностью подключения внешних периферийных устройств.

Снятие параметров микроконтроллером осуществляется со следующих датчиков (представлены на рисунке 1):

- влагозащищённый датчик температуры почвы [1];
- датчик влажности почвы;
- датчик температуры и влажности воздуха [2].



Рисунок 1 – Датчики используемые в проекте

Температурный и влажностный мониторинг воздушной среды теплицы позволяет оценить её текущее состояние. Измерение влажности почвы обеспечивает анализ режима орошения. Мониторинг температуры почвы позволяет обеспечить оптимальные условия для роста и развития корневой системы, улучшить интенсивность процессов вегетации, а также улучшает контроль температурного режима и режима полива в теплице.

Функционирование модуля происходит в циклическом режиме. Микроконтроллер осуществляет опрос датчиков с заданной регулярностью, выполняет первичную обработку измеренных данных и формирует данные для последующего хранения или передачи.

На данном этапе разработки модуля информация записывается на SD-карту для локального хранения и для дальнейшей ее обработки оператором с целью анализа влияния параметров культивации на урожайность. На следующем этапе разработки планируется доработка передачи данных на удалённый сервер через сетевые интерфейсы. Это даст возможность быстрой обработки данных с помощью специальной программы, которая не только упростит мониторинг, но и позволит оперативно выдавать команды на исполнительные устройства, ответственные за полив и соблюдение температурного режима почвы и воздуха.

Конструкция модуля обеспечивает его эксплуатацию в условиях повышенной влажности и температурных колебаний, характерных для тепличных комплексов. Его влагозащита также является одним из главных преимуществ в сравнении с аналогами, представленными на данный момент.

Улучшенная версия аппаратно-программного модуля будет включать серверную обработку данных, их анализ и вывод диаграмм и изменений в реальном времени. Также в улучшенном аппаратно-программном модуле будут добавлены дополнительные датчики с возможностью калибровки и настройки в реальном времени. А также увеличится количество подключаемых датчиков и возможность синхронизировать и объединить несколько плат для более тщательного процесса обработки данных.

Заключение. Полученное решение обеспечивает непрерывный контроль параметров среды и формирование информационной базы для принятия технологических решений. Использование микроконтроллерной платформы Arduino Uno обеспечивает гибкость конфигурирования и возможность дальнейшей модернизации устройства. Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного модуля в тепличных хозяйствах и тепличной промышленности с целью повышения эффективности производства и создания последующей автоматизации процессов управления микроклиматом и процессами управления теплицей.

Список литературы

1. Хофман, Д. Освоение Arduino: проектный подход к электронике, схемам и программированию / Д. Хофман – СИ, 2018. – 306с.
2. Подключение датчика DHT11 или DHT22 к Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/datchiki-temperatury-i-vlazhnosti-dht11-dht22/>. – Дата доступа: 02.03.2026.

UDC 634.544

HARDWARE-AND-SOFTWARE MODULE FOR MONITORING MICROCLIMATE PARAMETERS IN INDUSTRIAL GREENHOUSES TO ENSURE OPTIMAL GROWING CONDITIONS.

Semianko Y.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khludeyev I. I. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The developed system is an autonomous device based on the Arduino Uno microcontroller platform, equipped with sensors for air temperature and humidity, soil moisture, and a waterproof soil temperature sensor. The system collects and stores sensor data, writing it to an SD card for local storage.

Keywords: Greenhouse microclimate, industrial greenhouse, hardware-and-software module, parameter

ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ КУРЕНИЯ СРЕДИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Шпак М.Е., Гладкевич А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ломонос О.Л. – к.с.-х.н., доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований табачной зависимости среди студенческой молодежи. Проведенное анкетирование выявило, что 25,6% респондентов являются действующими потребителями табака, при этом 78% из них используют вейпы, 46,3% – обычные сигареты. Основными мотивами курения выступают снятие стресса (65,9%) и влияние окружения (39%), тогда как факторами отказа – финансовые затраты и пример близких (по 41,2%). Результаты обосновывают необходимость усиления профилактики с учетом поведенческих особенностей молодежи.

Ключевые слова: студенческая молодежь, курение, никотинсодержащая продукция, динамика распространенности, профилактика.

Введение. Курение – одна из самых опасных и губительных привычек, вызывающая сильную физическую и психологическую зависимость, которая формируется под влиянием социальных норм, маркетинга, доступности и окружения. Начинается она зачастую в подростковом возрасте, когда осознание рисков минимально. Длительное курение, начатое в раннем возрасте, сокращает ожидаемую продолжительность жизни на 20–25 лет [1]. Никотин стимулирует выработку дофамина и серотонина, создавая временное чувство удовольствия и расслабления, вместе с тем вызывая быстрое привыкание и оказывая токсическое воздействие, являясь установленной причиной развития минимум 25 заболеваний (сердечно-сосудистые, онкологические и др.) [2].

Проблема курения носит системный характер, а ее решение требует научно обоснованного подхода, основанного на объективном анализе национальных данных.

Основная часть. Глобальный анализ показывает снижение смертности с ~25 млн случаев в 2000 г. до ~19–20 млн в 2024 г., однако с 2020 г. динамика замедлилась из-за старения населения и высокой распространенности курения в странах с низким доходом [3, 4]. В Беларуси ежедневно регистрируется 300 смертей, из которых 14% (около 40 человек) связаны с курением [5]. Представленные данные актуализируют необходимость усиления профилактики и регулирования никотиносодержащих продуктов.

Динамика распространенности курения среди взрослого населения Республики Беларусь в гендерном разрезе представлена на рисунке 1.

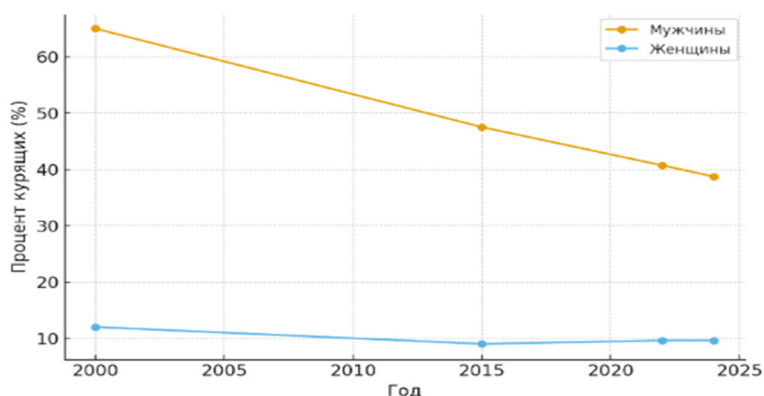


Рисунок 1 – Динамика распространенности курения среди взрослого населения Республики Беларусь по полу

В Беларуси наблюдается устойчивое снижение распространенности курения, однако динамика различается по полу: среди мужчин показатель снизился с ~65% в 2000 г. до менее

40% в 2024 г., в то время как среди женщин стабилизировался на уровне 9–10%. Сохраняющийся гендерный разрыв подтверждает необходимость дифференцированных профилактических подходов [6].

Для углубленного анализа распространенности курения среди населения республики проведено анкетирование студентов возраста 17–21 год ($n=160$), которое определяет поведенческие паттерны, мотивацию и опыт молодежи. Распределение респондентов по отношению к курению представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Диаграмма, отражающая отношение к курению студенческой молодёжи

Результаты анкетирования позволяют выделить три группы студентов: действующие потребители табака (25,6%), лица, отказавшиеся от курения (10,6%) и никогда не курившие (36,9%). Структура потребления никотиносодержащей продукции среди курящих представлена на рисунке 3.

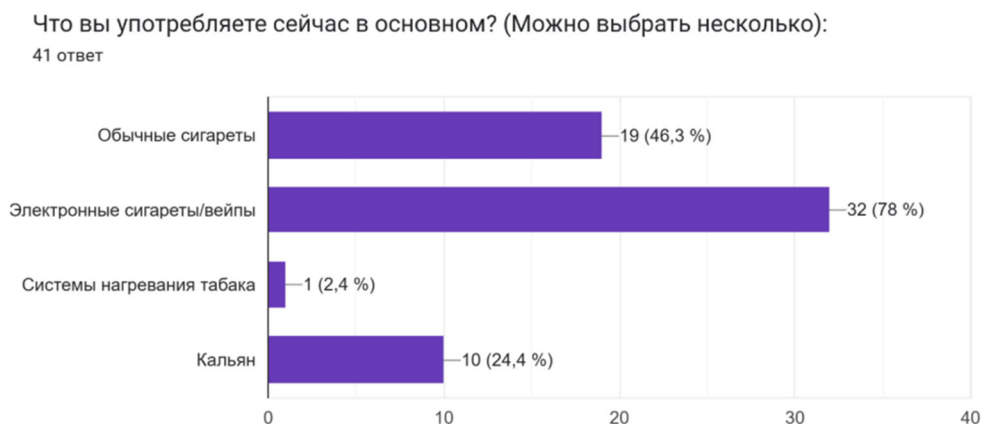


Рисунок 3 – Диаграмма, отражающая предпочтения респондентов

В окружении курящих респондентов преобладают пользователи вейпов (78%), тогда как обычные сигареты курят 46,3%. Это отражает глобальный тренд роста популярности альтернативных никотиновых устройств среди молодежи, воспринимаемых как менее вредные. По оценке международных организаций, долгосрочные риски для здоровья от употребления таких продуктов остаются значительными, а их роль как «входных ворот» в никотиновую зависимость требует дополнительного изучения [3, 4]. Опыт попыток отказа от курения представлен на рисунке 4.

Пробовали ли вы когда-либо бросить курить?

41 ответ

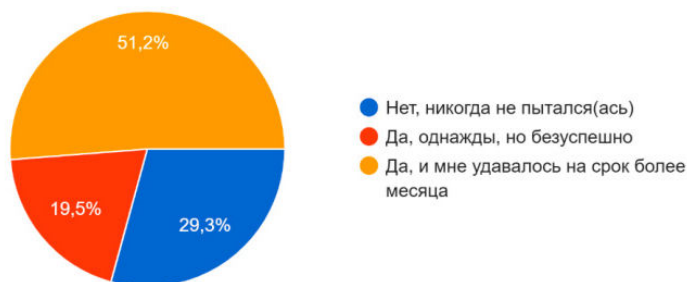


Рисунок 4 – Диаграмма, отражающая результат опроса об опыте отказа от курения

Анализ показал, что более половины курящих (51,2%) никогда не пытались бросить, 29,3% имели неудачный опыт, лишь 19,5% удержались более месяца, что указывает на низкую мотивацию к отказу. Среди бросивших основными мотивами стали финансовые затраты, пример близких и информация о вреде и ухудшение здоровья. Большинство недавно бросивших (>6 месяцев) не ощущают явных улучшений самочувствия, что важно учитывать в мотивационных программах. Факторы, препятствующие курению: отсутствие интереса, сенсорное неприятие, страх зависимости, приверженность ЗОЖ и пример семьи.

Заключение. Анкетирование студентов показало, что 25,6% являются курящими, при этом среди них преобладают пользователи вейпов (78%), обычные сигареты курят 46,3%. Более половины курящих (51,2%) никогда не пытались бросить курить, 29,3% имели неудачный опыт. Среди бросивших (10,6%) ключевыми стимулами стали финансовые затраты и пример близких (41,2%).

Список литературы

1. Влияние курения на здоровье и внешность. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://goo.su/eoMj>
2. Риск для здоровья в результате курения и польза отказа от курения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.medkirov.ru/site/lsp546aef>
3. Глобальное состояние снижение вреда табака. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://goo.su/4EPW6vy>
4. Глобальное бремя болезней. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd>
5. В Беларуси ежедневно около 40 человек умирают от болезней, связанных с курением. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://clck.ru/3SFCoc>
6. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10104000073?viewType=TABLE>

UDC 316.7:178.7

DYNAMICS OF SMOKING PREVALENCE AMONG STUDENTS

Shpak M.E., Gladkevich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lomonos O.L. – Cand. of Agricultural Sci., associate professor of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article presents the results of a study on tobacco addiction among students. The survey revealed that 25.6% of respondents are current tobacco users, with 78% of them using vapes and 46.3% smoking conventional cigarettes. The main motives for smoking are stress relief (65.9%) and social influence (39%), while the factors for quitting are financial costs and the example of close people (41.2% each). The results substantiate the need to strengthen preventive measures taking into account the behavioral characteristics of young people.

Keywords: students, smoking, nicotine-containing products, prevalence dynamics, prevention.

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ Г. МИНСКА МЕТОДОМ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Шутилов А. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье проводится комплексное исследование жизненного состояния древесных насаждений вдоль автомагистралей г. Минска методом визуального анализа с последующим использованием моделей машинного обучения для прогнозирования состояния деревьев.

Ключевые слова: визуальная оценка, автомагистрали, придорожные насаждения, Минск, автомобильное загрязнение, транспортная нагрузка, удаленность от проезжей части, густота кроны, сухость ветвей, повреждение ствола, признаки заболеваний, машинное обучение, прогнозирование состояния деревьев.

Введение. В условиях нарастающего антропогенного воздействия транспортной инфраструктуры на городские экосистемы особую значимость приобретает оценка жизненного состояния древесных насаждений вдоль автомагистралей крупных городов. В рамках данной работы оценка отдельных экземпляров выполняется по ряду визуальных признаков: вид дерева, густота кроны, степень усыхания ветвей, поврежденность ствола, наличие визуальных признаков болезней, а также удаленность от проезжей части. На основе полевых исследований и последующей аналитической обработки данных создается модель машинного обучения для предсказания категории жизненного состояния дерева в зависимости от совокупности указанных факторов. Полученные выводы могут быть использованы при планировании и модернизации городской зеленой инфраструктуры в Минске и других городах с высокой транспортной нагрузкой. Применение алгоритмов машинного обучения позволяет автоматизировать процесс обработки больших массивов данных, а также выявить скрытые нелинейные зависимости между совокупностью визуальных признаков и итоговым жизненным состоянием древесных насаждений.

Основная часть. Ключевым фактором, влияющим на жизненное состояние древесных насаждений в условиях городской застройки, было выбрано расстояние до транспортных магистралей. Для подтверждения степени воздействия этого фактора в рамках данной работы проводилась визуальная оценка жизненного состояния деревьев в соотношении с результатами измерений расстояния до проезжей части. При этом оценка насаждений осуществлялась путем их классификации по четырем категориям: здоровое, ослабленное, усыхающее и больное.

Диаграмма на рисунке 1 показывает, что разброс полученных значений для здоровых и ослабленных деревьев больше, чем для больных и усыхающих. Это указывает на выраженное негативное воздействие транспортного потока, при котором наибольший стресс испытывают деревья, расположенные ближе к источнику загрязнения. Полученные данные подтверждают, что группы больных и усыхающих деревьев сосредоточены в наименее удаленной от проезжей части зоне, тогда как здоровые и часть ослабленных смещены дальше от источника загрязнения, что делает расстояние одним из ключевых факторов виталитета деревьев в условиях городской застройки.

Подобные пространственные закономерности активно используются при проектировании древесных насаждений вдоль автомагистралей [1].

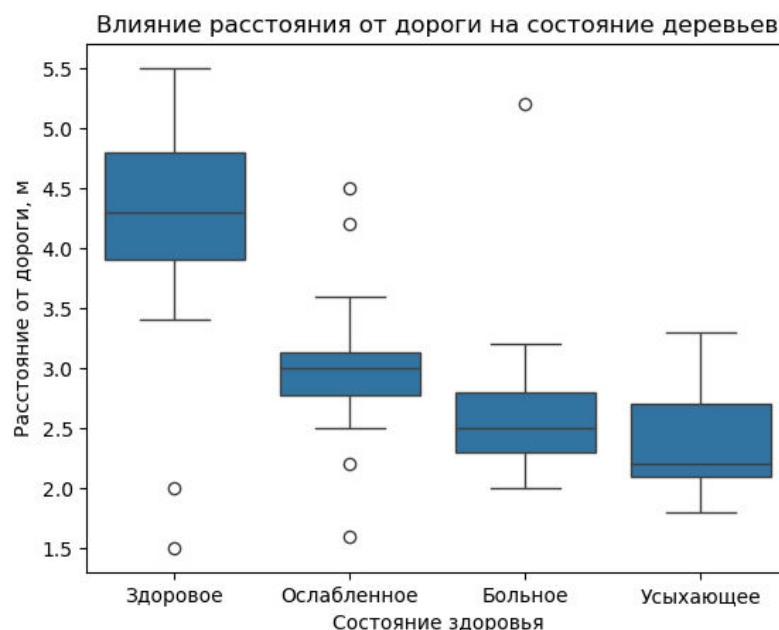


Рисунок 1 – Зависимость здоровья дерева от расстояния от дороги.

При визуальном анализе древесных насаждений проводилась их оценка на основе следующих факторов:

- густота кроны (густая, слегка изреженная, изреженная, сильно изреженная);
- степень усыхания ветвей (нет, слабая, средняя, сильная);
- поврежденность ствола (нет, средняя, сильная);
- наличие признаков заболеваний (нет, есть);
- видовая принадлежность;
- расстояние от проезжей части;
- состояние здоровья (здоровое, ослабленное, больное, усыхающее).

На основе полученных при анализе данных при помощи библиотеки `mord` для порядковой классификации была построена модель порядковой классификации, которая автоматически относит каждое дерево к одной из четырех категорий жизненного состояния. Выбор данного метода обусловлен тем, что категории жизненного состояния деревьев представляют собой ранжированную последовательность, где разница между здоровыми и ослабленными деревьями иная, чем между здоровыми и усыхающими. В отличие от стандартной многоклассовой классификации, библиотека `mord` учитывает этот порядок, что минимизирует риск грубых ошибок предсказания.

Всего для обучения и проверки модели было использовано 80 точек данных, разделенных на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20 %. Проверка работы модели на тестовой выборке показало абсолютное значение расхождения, равное ~0.3 категории, что свидетельствует о достаточной точности для применения в прикладных задачах экологического мониторинга. На рисунке 2 можно заметить, что большинство ошибок приходилось на соседние классы жизненного состояния, что не несет критических рисков для стратегического планирования, поскольку рекомендации по уходу для соседних классов часто совпадают. Поэтому модель может надежно применяться для выделения групп повышенного риска (больные и усыхающие деревья).

Разработанная модель автоматизирует оценку жизненного состояния насаждений, обеспечивая унификацию данных и существенно сокращая трудозатраты на экспертный мониторинг. Способность модели с высокой точностью идентифицировать деревья в критическом состоянии позволяет городским службам оперативно планировать мероприятия по санитарной рубке и реконструкции придорожных ландшафтов.

	Прогноз	Метка
0	Усыхающее	Усыхающее
1	Здоровое	Ослабленное
2	Здоровое	Здоровое
3	Больное	Усыхающее
4	Ослабленное	Ослабленное
5	Здоровое	Здоровое
6	Здоровое	Здоровое
7	Ослабленное	Здоровое
8	Больное	Больное
9	Усыхающее	Больное
10	Усыхающее	Усыхающее
11	Ослабленное	Ослабленное
12	Больное	Ослабленное
13	Здоровое	Здоровое
14	Больное	Больное
15	Здоровое	Здоровое

Рисунок 2 – Результат работы модели машинного обучения.

Заклучение. Проведенное исследование показало, что жизненное состояние древесных насаждений вдоль автомагистралей г. Минска существенно зависит от их удаленности от проезжей части. Установлено, что группы здоровых и умеренно ослабленных экземпляров концентрируются в более удаленных от проезжей части зонах, в то время как больные и усыхающие деревья преимущественно находятся в непосредственной близости к автомагистралям. Это подтверждает сильное влияние транспортных потоков на придорожные экосистемы.

Созданная на основе полевых наблюдений модель машинного обучения продемонстрировала удовлетворительную точность отнесения деревьев к четырём категориям жизненного состояния. Это позволяет рассматривать ее как практический инструмент для предварительного выделения участков с повышенной долей больных и усыхающих деревьев, планирования мероприятий по уходу, реконструкции придорожных насаждений.

Список литературы

1. Судник, А. В. О воздействии строительства и содержания автодорог на придорожную растительность [Электронный ресурс] / А. В. Судник, И. П. Вознячук // Наука и инновации. – 2021. – № 11 (225). – С. 34–41. – Режим доступа: <https://innosfera.belnauka.by/jour/article/viewFile/343/331> – Дата обращения: 09.12.2025.

UDC 625.7:504.05:004.85

ASSESSMENT OF THE VITAL STATE OF TREE PLANTINGS ALONG THE HIGHWAYS OF MINSK USING THE VISUAL ANALYSIS METHOD

Shumilov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Master of Sci. (M. of Sci.), Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. This article presents a comprehensive study of tree populations along highways in Minsk. A visual analysis method is used, followed by the use of machine learning models to predict tree health.

Keywords: Visual assessment, highways, roadside plantings, Minsk, vehicle pollution, traffic load, distance from the roadway, crown density, branch dryness, trunk damage, signs of disease, machine learning, tree condition forecasting.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ В VR ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ

Страчинский Я.С., Ошкин С.Е.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ильясова М. С. - магистр, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Статья посвящена созданию VR-симулятора профессий на базе движка Unity. Работа описывает архитектуру навигационного хаба, интеграцию ИИ для моделирования коммуникативных сценариев и реализацию физически достоверных производственных процессов (сварка, кладка, сборка ПК). Разработанный инструмент направлен на повышение эффективности профориентации и практической подготовки студентов в безопасной интерактивной среде.

Ключевые слова: симулятор, VR, Unity, профориентация, искусственный интеллект, интерактивное обучение

Введение. Виртуальная реальность (VR) представляет собой эффективный инструмент обучения, позволяющий отрабатывать навыки в безопасной цифровой среде. Технология исключает риски для здоровья обучающихся и порчу дорогостоящего оборудования, что значительно удешевляет образовательный процесс по сравнению с закупкой реальных станков и расходных материалов.

Ключевое преимущество VR перед традиционными формами обучения (видеолекциями, учебниками) заключается в эффекте погружения. Пользователь совершает действия самостоятельно, задействуя мышечную память, тем самым повышая уровень усвоения материала до 70–90% [1]. Один VR-шлем позволяет симулировать десятки сценариев, превращая пассивное наблюдение в активную практику и обеспечивая качественную профориентацию.

Основная часть. Разработанный проект виртуального симулятора профессий представляет из себя интерактивную образовательную среду, погружающую пользователя в реалистичные рабочие условия. Симулятор рассчитан на школьников и студентов для инновационного дополнения к теоретическим знаниям, профориентации и получения первого практического опыта.

В проекте реализованы профессии: терапевта (общение с пациентами), сварщика (соединение деталей при помощи сварки), строителя (укладка стен из кирпичей), компьютерного мастера (сборка и починка ПК).

Перед началом разработки был проведен сравнительный анализ существующих решений, таких как Job Simulator и Surgeon Simulator. Несмотря на их популярность, данные проекты обладают рядом критических недостатков для образовательного процесса:

- игровой уклон: ориентация на развлекательный контент в ущерб достоверности рабочих процессов;
- специфическое управление: в Surgeon Simulator намеренно реализована сложная и нереалистичная физика рук, что неприемлемо для формирования правильных профессиональных паттернов;
- монопрофильность: большинство аналогов ограничиваются одной узкой специальностью.

В отличие от аналогов созданный проект представляет многофункциональный тренажер, объединяющий несколько профессий в едином интерфейсе с максимальным уровнем реализма механик и физического взаимодействия.

Для создания проекта были выбраны следующие инструменты разработки: игровой движок Unity, среда 3D-моделирования Blender, среда разработки Visual Studio и язык программирования C#.

Вход в систему осуществляется через главную локацию, которая служит навигационным хабом. Здесь пользователю предоставляется интерактивная инструкция по эксплуатации

приложения и каталог доступных профессий с их краткими характеристиками. Архитектура приложения позволяет пользователю самостоятельно выбирать интересующее направление для прохождения практического модуля.

Особое внимание в работе уделено сценарию «Терапевт», в основе которого лежит симуляция диагностического интервью. Объекты окружения и медицинский инвентарь были спроектированы в среде Blender. Для создания антропоморфных моделей пациентов использовалось специализированное ПО MakeHuman, позволяющее генерировать детализированные модели персонажей с высокой степенью анатомической точности [2].

С целью реализации вариативности диалогов в проект был внедрен модуль искусственного интеллекта на базе платформы Neocortex Link. Данное решение позволило отойти от жестких скриптовых сценариев в пользу динамического взаимодействия. Ключевыми особенностями платформы являются поддержка голосового управления и возможность формирования контекстных ответов NPC (неигровых персонажей) [3].

Интеграция системы Neocortex в среду разработки Unity была осуществлена посредством менеджера пакетов (Package Manager). Это обеспечило стабильную связь между игровым движком и внешними алгоритмами обработки естественного языка.

Результат настройки иерархии персонажей и итогового тестирования коммуникативного сценария представлен на рисунке 1.

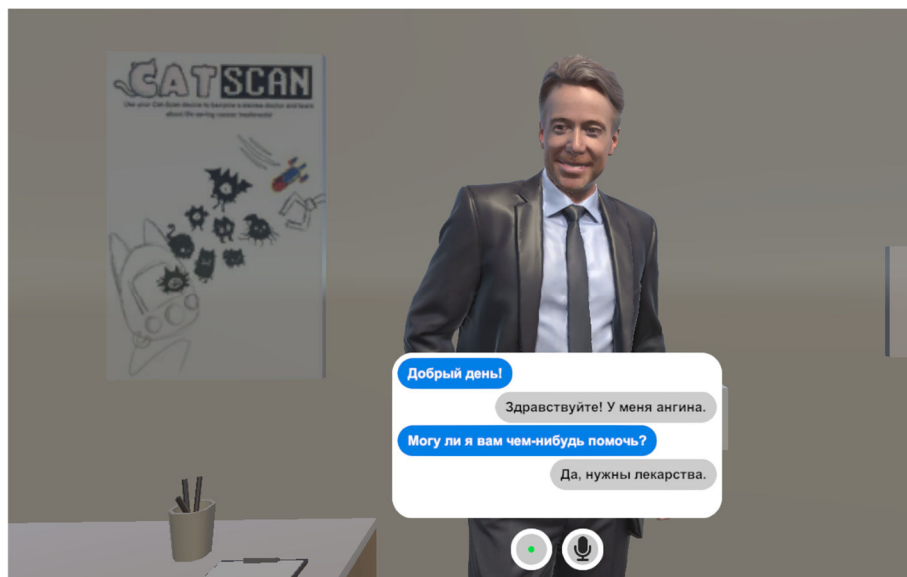


Рисунок 1 – Разговор с пациентом

В рамках симуляции сварочных работ была разработана система формирования соединительного шва, базирующаяся на физическом взаимодействии объектов. Техническая логика процесса инкапсулирована в скрипте SvarkaSpawner.cs и реализуется по следующему алгоритму:

1 Детектирование условий сварки: процесс активируется при одновременном вхождении наконечника инструмента в триггерные зоны обеих деталей.

2 Динамическая генерация геометрии: по траектории движения инструмента в реальном времени создаются сегменты динамического меша.

3 Визуализация процесса: непрерывное построение геометрии делает результат зависимым от скорости движения руки пользователя, что повышает достоверность симуляции.

Следующим этапом была реализации профессии строителя. Основной задачей модуля является возведение кирпичной кладки. Программная логика процесса реализована с помощью системы скриптов, ключевым из которых является BrickPlaceController.cs. Данный компонент управляет системой визуальных подсказок и фиксацией объектов:

1 Механика подсказок: использование массива координат для генерации полупрозрачных моделей-фантомов на местах укладки.

2 Иерархия событий: блокировка компонента захвата (Grabbable) после задержки в целевой зоне, переводящая кирпич в статичное состояние.

3 Итеративность: автоматическая активация следующего маркера из массива при успешной установке текущего блока.

В модуле «Компьютерный мастер» реализована система адаптивных UI-подсказок на базе скрипта TriggerAnimationController.cs. Он обеспечивает динамическое масштабирование элементов при приближении пользователя и их скрытие при удалении для минимизации визуального шума. Использование компонента Look At Constraint гарантирует фронтальную ориентацию интерфейса относительно камеры, что сохраняет читаемость текста под любым углом обзора. Централизованная архитектура управления упрощает масштабирование логики обучения в рамках проекта.

Практическая ценность проекта заключается в его масштабируемости и универсальности. Централизованная архитектура управления подсказками и модульная структура профессий позволяют адаптировать комплекс под различные образовательные задачи – от базовой профориентации школьников до ускоренной подготовки студентов технических специальностей. Внедрение подобных решений в учебный процесс минимизирует затраты на расходные материалы и исключает риски травматизма, предоставляя дополнение к теоретической базе.

Заключение. В результате работы разработан многофункциональный VR-симулятор, обеспечивающий реалистичную среду для профориентации и получения первого практического опыта. Использование игрового движка Unity в связке с искусственным интеллектом Neocortex позволило реализовать как сложные физические процессы, так и нелинейные коммуникативные сценарии. Проект связывает теорию с практикой, предоставляя безопасный и экономически выгодный инструмент обучения. Его модульная архитектура открывает возможности для дальнейшего расширения перечня доступных специальностей и внедрения систем оценки навыков.

Список литературы

1. What does virtual reality and the metaverse mean for training? [Electronic resource] : PwC. (2020). – Mode of access: <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>. – Date of access: 20.02.2026.
2. MakeHuman Community [Electronic resource] : Exporting characters for Game Engines. (2026). – Mode of access: <https://static.makehumancommunity.org/>. – Date of access: 20.02.2026.
3. Руководство Neocortex link [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.neocortex.link>. – Дата доступа: 20.02.2026.

UDC 004.946 – 37.048.4

MODELING A PROFESSIONAL ENVIRONMENT IN VR FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' PRACTICAL SKILLS

Strachinsky Y.S., Oshkin S.E.

National Childrens Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Ilyasova M.S. - master's degree, assistant of the EPE Department

Annotation. This article discusses the development of a VR vocational simulator based on the Unity engine. The paper describes the architecture of a navigation hub, the integration of AI for modeling communicative scenarios, and the implementation of physically accurate industrial processes (welding, bricklaying, and PC assembly). The developed tool aims to increase the effectiveness of career guidance and practical training for students within a safe, interactive environment.

Keywords: simulator, VR, Unity, career guidance, artificial intelligence, interactive learning

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «КИНОДНЕВНИК» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Вальмус У.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматриваются возможности влияния цифрового кинодневника на процессы внимания, запоминания и эмоциональной регуляции. Показано, что регулярная фиксация впечатлений способствует осмыслению переживаний и формированию устойчивых когнитивных моделей. Представлена структура интерфейса приложения, разработанная с учетом воздействия цветовых решений на эмоциональное состояние пользователя. Определена роль цифрового дневника как инструмента рефлексии и осознанного медиапотребления.

Ключевые слова: цифровой дневник, эмоциональная регуляция, рефлексия, память, пользовательский интерфейс, психология цвета, тёмная тема, UX-дизайн

Введение. Значительное увеличение объёмов визуальной информации создает у современного зрителя эффект мимолётного восприятия: картины и сериалы воспринимаются спешно, однако вызывают минимальное количество длительных воспоминаний. Это порождает необходимость в инструментах, способных задерживать и интерпретировать переживания. К таким средствам относится цифровой кинодневник – платформа, предназначенная для систематизации впечатлений, повторного обращения к ним и построения личной истории просмотра. Исследования в области когнитивной психологии и практик саморефлексии демонстрируют, что запись переживаний способствует лучшему удержанию информации, повышает эмоциональную устойчивость и развивает осознанность.

Основная часть. Материалы, посвящённые ведению дневников и психологическим аспектам пользовательского опыта, указывают на то, что процесс фиксации мыслей положительно сказывается на эмоциональном состоянии, работе памяти и развитии внимательности. Современные научные данные, представленные в аналитических обзорах, свидетельствуют, что постоянная регистрация своих чувств снижает уровень тревожности, помогает выстраивать внутреннюю структуру переживаний и формирует прочные когнитивные модели. Так, в издании *Journal for Well-Being* говорится, что ведение дневника укрепляет эмоциональную стабильность и снижает нагрузку от стресса благодаря трансформации переживаний в письменный вид [1].

Подтверждение этим выводам дают исследования *Child Mind Institute*, где акцентируется внимание на том, что регулярная запись помогает как детям, так и взрослым точнее распознавать свои состояния, уменьшать внутреннее напряжение и формировать умение контролировать себя [2]. Аналогичные результаты представлены в обзоре *Reflection App*, где журналы рассматриваются как средство развития метапознания – способности замечать собственные реакции и анализировать их последствия [3].

Исследования показывают, что выражение впечатлений на письме запускает процессы глубокой обработки информации, что улучшает закрепление данных в долгосрочной памяти и увеличивает шансы на сохранение эмоционально насыщенных моментов. Применимо к просмотру фильмов – фиксация чувств помогает зрителю осознаннее воспринимать свою реакцию, выделять ключевые сцены и строить индивидуальную нарративную структуру восприятия [4].

Цифровые платформы усиливают этот эффект за счёт удобства доступа, возможности повторного чтения и отслеживания изменений в восприятии со временем. В отличие от традиционных блокнотов, электронные решения позволяют систематизировать записи, мгновенно находить нужные данные и интегрировать графические элементы интерфейса в процесс эмоциональной саморефлексии.

В условиях цифрового окружения особое значение приобретает цветовая палитра интерфейса. Согласно данным в области дизайна пользовательского опыта, цвет воспринимается первым и задаёт эмоциональный тон взаимодействия. Как отмечено в статье *UXMag*, цвет прямо влияет на настроение, восприятие контента и степень вовлечённости пользователя [5].

На основе опубликованных исследований сформулированы рекомендации к цветовому решению интерфейса: синий цвет наилучшим образом подходит для пространств, ориентированных на личные размышления и дневниковую практику [6]; прохладные тона снижают уровень тревожности и создают чувство защищённости, что особенно ценно в сервисах, где пользователи делятся личным опытом [7]; зелёные элементы кажутся мягкими и естественными, вызывают ощущение корректности действий и повышают склонность к взаимодействию [8]. Такие цветовые решения эффективны для кнопок типа «Добавить заметку» или «Сохранить», так как минимизируют психологическое сопротивление и поддерживают комфортный пользовательский опыт.

Эти теоретические положения легли в основу разработки веб-приложения «Кинодневник», созданного как инструмент для фиксации впечатлений от просмотренных фильмов и формирования личной медиапамяти. Центральным элементом интерфейса является страница создания заметки, где пользователь может записывать свои эмоции, мысли, ассоциации и ключевые моменты просмотра. На рисунке 1 представлена основная рабочая область приложения, включающая поле ввода текста, кнопки сохранения и удаления, а также визуальные акценты, направляющие внимание пользователя (рисунок 1).

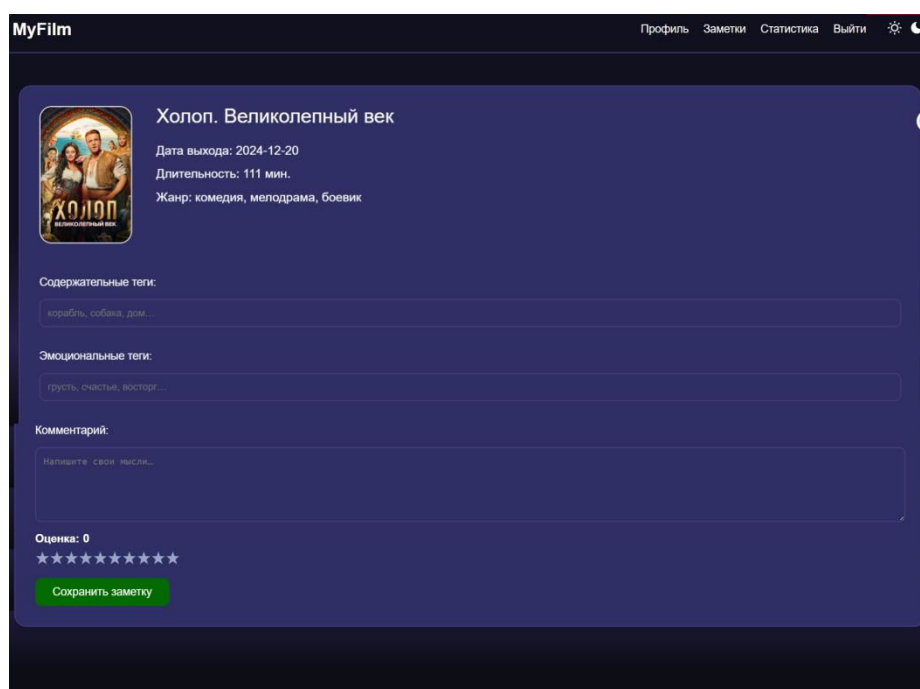


Рисунок 1 – Интерфейс страницы создания заметки

Приложение реализует базовый, но функционально завершённый набор возможностей: создание, сохранение, редактирование и удаление заметок. Все данные хранятся в локальном хранилище браузера, что обеспечивает автономность работы и мгновенный доступ к записям без необходимости регистрации или подключения к серверу. Такой подход делает взаимодействие быстрым, приватным и удобным.

Структура интерфейса спроектирована таким образом, чтобы минимизировать когнитивную нагрузку. Экран заметки содержит только необходимые элементы, а отсутствие визуального шума помогает сосредоточиться на процессе рефлексии. Это соответствует принципам эмоционального дизайна, согласно которым простота интерфейса способствует более глубокому осмыслению контента.

Важной частью разработки стала система цветовых тем. Базовая тёмная тема выполнена в глубоких синих оттенках, создающих атмосферу спокойствия и сосредоточенности. Она особенно удобна для пользователей, которые ведут заметки сразу после просмотра фильма, когда эмоциональный фон ещё насыщен. Акцентные элементы – кнопки «Добавить заметку», «Сохранить», «Удалить» – выполнены в мягком зелёном цвете, ассоциирующемся с безопасностью и корректностью действий.

Для пользователей, предпочитающих светлые визуальные решения, реализована альтернативная тема. Она построена на розово-голубом градиенте, создающем лёгкое и эмоционально тёплое пространство, а фиолетовые кнопки добавляют выразительности и визуальной структуры. Переключение между темами происходит мгновенно, что позволяет адаптировать приложение под индивидуальные предпочтения и условия использования.

Заключение. В ходе работы был спроектирован и разработан цифровой кинодневник, направленный на поддержку процессов внимания, запоминания и эмоциональной регуляции при взаимодействии с медиаконтентом. Реализованная структура заметок и система цветовых тем опираются на психологические принципы, что обеспечивает комфортную среду для фиксации переживаний и осмысленного медиапотребления. Полученные результаты подтверждают, что сочетание рефлексивных практик и продуманного интерфейсного решения делает цифровой кинодневник эффективным инструментом для работы с личными впечатлениями.

Список литературы

1. *The Science-Backed Benefits of Journaling* / Journal for Well-Being Research Group // *Journal for Well-Being*. – 2023. – URL: <https://journalforwellbeing.com/journaling-science-benefits>.
2. *The Power of Journaling* / Child Mind Institute Editorial Team // *Child Mind Institute*. – 2023. – URL: <https://childmind.org/blog/the-power-of-journaling/>.
3. *The Benefits of Journaling: Backed by Research* / Reflection App Research Team // *Reflection Blog*. – 2023. – URL: <https://www.reflection.app/blog/benefits-of-journaling>.
4. *The Benefits of Journaling for Mental Health* / PositivePsychology Editorial Team // *PositivePsychology.com*. – 2023. – URL: <https://positivepsychology.com/benefits-of-journaling/>.
5. *The Psychology of Color in UI/UX Design* / UXMag Editorial Team // *UXMag*. – 2023. – URL: <https://uxmag.com/articles/the-psychology-of-color-in-ui-ux-design>.
6. *The Psychology of Colors in UX/UI Design* / Uiverse Editorial Team // *Uiverse Blog*. – 2023. – URL: <https://uiverse.io/blog/the-psychology-of-colors-in-uxui-design>.
7. *Color Psychology in UI Design* / MindInventory Research Group // *MindInventory*. – 2023. – URL: <https://www.mindinventory.com/blog/color-psychology-in-ui/>.
8. *Color Psychology in UI Design: How Colors Influence User Behavior* / Gapsy Studio Team // *Gapsy Studio Blog*. – 2023. – URL: <https://gapsystudio.com/blog/color-psychology-in-ui-design/>.

UDK [004.774+791]:331.101.1

WEB APPLICATION «FILM DIARY» AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Valmus U.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B., Senior Lecturer, Department of IPiE

Annotation. The article examines how a digital film diary can influence attention, memory processes, and emotional regulation. It demonstrates that regular recording of impressions supports the interpretation of experiences and the formation of stable cognitive patterns. The structure of the application's interface is presented, designed with consideration of how color solutions affect the user's emotional state. The role of the digital diary as a tool for reflection and mindful media consumption is defined.

Keywords: digital diary, emotional regulation, reflection, memory, user interface, color psychology, dark theme, UX design

ПРИМЕНЕНИЕ NLP-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ «ТОКСИЧНОГО» ПОВЕДЕНИЯ В ЧАТАХ

Василевский В. В., Пуцик Е. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Рышкель О.С. – к. с.-х н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Апробирован подход к автоматической модерации текстовых сообщений в онлайн-чатах на основе предварительно обученной нейронной модели архитектуры *BERT*. Разработан программный прототип в виде чат-бота для платформы *Telegram*, продемонстрирована его эффективность на тематической выборке данных и определены метрики качества выявления «токсичного» поведения.

Ключевые слова: *NLP*-модели, автоматическая модерация, «токсичное» поведение, эмодзи-семантика, классификация сообщений

Введение. Онлайн-общение давно перестало быть «простым текстом». В университетских и рабочих *Telegram*-чатах смешаны языки, эмодзи, аббревиатуры, мемы, код, сарказм и *IT*-жаргон. Классические решения (частотные словари, линейные модели, статические правила и регулярные выражения) системно проигрывают из-за проблем:

- смысл сообщения зависит от предыдущих реплик, адресата и ветвления треда;
- эмодзи, реакции и «скобочки» часто заменяют лексику и меняют тон;
- сообщениям в контексте диалога присущи полисемия и сарказм (например: «круто, опять всё сломалось» - отрицательная оценка, а не похвала).

Нейронные модели типа трансформер лучше улавливают семантику, но в финальных условиях возникают ограничения: задержки, стоимость для вывода, интерпретируемость, а также неспособность на лету учитывать эмодзи, молодёжный сленг и вставки кода [1].

Цель работы - оптимизировать процесс определения грубого поведения и показать, что компактная модель, обученная под *Telegram*-среду, способна быстро и объяснимо выявлять токсичное поведение при высокой точности.

Основная часть. В рамках исследования разработан полный алгоритм обработки данных и проведено дообучение модели на специализированных корпусах с учётом: контекста; значков-эмоций, реакций и символических обозначений («скобочек»), выделяемых отдельной подсистемой разметки; профессионального жаргона и включений программного кода, предварительно нормализуемых и приводимых к единообразному виду; работы в нескольких видах данных: в том числе автоматическое распознавание речи для голосовых сообщений при необходимости уточнения смысла.

Полученная система обладает следующими чертами:

- адаптация под среду *Telegram* с учётом локального контекста и значков-эмоций;
- поддержка нескольких видов данных: распознавание речи и выборочное привлечение описаний изображений;
- формирование понятного отчёта с указанием токенов и выражений, наиболее повлиявших на решение;
- высокая скорость работы – менее 50 мс на процессорных системах, при среднем показателе качества более 95% *F1* на тематических наборах данных.

Для классификации токсичности используется модель семейства *BERT* [2]. Формально задача работы определяется как выбор между двумя классами: нейтральное сообщение и оскорбительное сообщение.

Решение принимается на основе максимальной вероятности, а уверенность модели используется для разделения однозначно токсичных и сомнительных случаев. Для модерации вводится пороговое значение уверенности, позволяющее уменьшить количество ошибок, когда нейтральные фразы ошибочно принимаются за оскорбления.

Создан специализированный корпус: анонимизированные учебные и профессиональные

чаты, а также синтетические примеры диалогов. Сообщения были вручную размечены: «токсичное» / «нетоксичное», а также выделены подтипы – сарказм, пассивная агрессия, полусутильные пикировки, намеренное искажение слов, массовое использование значков-эмоций, реакции и «скобочки».

Значки-эмоции и реакции выделяются в отдельную область представления данных, что позволяет различать их смысл в разных ситуациях. Например, одинаковые значки могут означать насмешку в обзоре или дружескую шутку между знакомыми. Модель получает окно контекста из нескольких сообщений, что позволяет корректно трактовать смысл фраз в диалоге.

Процесс обработки сообщения включает: получение сообщения из *Telegram*, предварительную обработку текста, формирование контекста, при необходимости – распознавание речи или получение текстового описания изображения, классификацию, формирование объяснения. Схема процесса обработки представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема процесса обработки

Предварительная обработка включает нормализацию значков-эмоций, выделение типичных сочетаний, замену фрагментов кода служебными обозначениями, унификацию ссылок и цитат, а также устранение намеренных искажений текста.

Контекст учитывается через окно из нескольких последовательных сообщений. Это позволяет различать шутки и настоящие оскорбления, что существенно уменьшает количество пропусков токсичных сообщений.

Модель выдаёт не только итоговое решение, но и объяснение, в котором указано, какие слова, знаки и элементы контекста повлияли на результат.

Для анализа устойчивости модели были собраны три независимых корпуса:

- сообщения учебных и профессиональных чатов (основной корпус);
- открытые обсуждения в других источниках;
- набор сложных примеров: сарказм, искажённый текст, избыток значков-эмоций.

Оценка проводилась по нескольким метрикам: точность, полнота, *F1*-мера, *ROC-AUC*. Модель показала высокие результаты: более 96% точности на основном корпусе и более 94% – на внешних данных. Точные показатели представлены на матрице ошибок на рисунке 2:

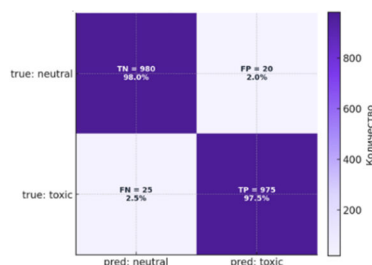


Рисунок 2 – Матрица ошибок

Для каждого сообщения строится тепловая карта вкладов слов, символов и значков-эмоций, показывающая, какие элементы больше всего повлияли на классификацию.

Даже с включёнными механизмами объяснения задержка обработки одного сообщения удерживается в пределах менее 50–80 мс. Все показатели задержки представлены на рисунке 3:

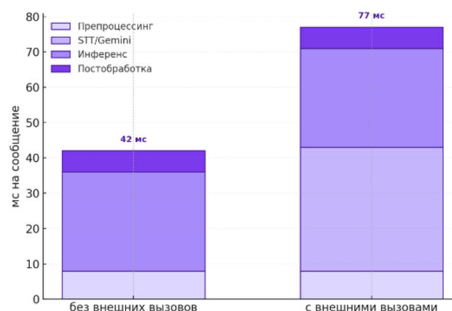


Рисунок 3 – Задержки по стадиям

Заключение. В результате выполнения работы было выявлено, что адаптированная под *Telegram* модель с учётом значков-эмоций, контекста диалога и выборочной поддержки нескольких видов данных обеспечивает высокое качество выявления грубого поведения при низкой задержке обработки.

Модель устойчива к сленгу, искажённому тексту, реакциям и неформальному стилю общения, объясняет свои решения и подходит для использования в учебных и рабочих чатах.

Список литературы

1. Devlin J., Chang M.W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding [Electronic resource]. – Date of access: March 02, 2025. – Available at: <https://aclanthology.org/N19-1423/>.
2. Wolf T. Transformers: State-of-the-Art Natural Language Processing [Electronic resource]. – Date of access: March 02, 2025. – Available at: <https://arxiv.org/abs/1910.03771>.

UDC 004.89:004.056.5

APPLICATION OF NLP MODELS FOR DETECTING TOXIC BEHAVIOR IN CHATS

Vasilevsky V.V., Pushchik E.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Ryshkel O.S. –Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. The article presents an approach to automatic moderation of text messages in online chats using a pre-trained neural network model based on the BERT architecture. A software prototype in the form of a Telegram chat-bot has been developed, its efficiency has been demonstrated on a domain-specific dataset, and key quality metrics for detecting crude and offensive behavior have been determined.

Keywords: NLP models, automatic moderation, toxic behavior, emoji semantics, message classification

СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР С АВТОМАТИЧЕСКИМ НАВЕДЕНИЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Яблонская А.А., Помахо А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В рамках школьного исследовательского проекта разработан и изготовлен двухосевой солнечный трекер на базе микроконтроллера *Arduino Uno* с использованием четырёх миниатюрных солнечных панелей в качестве датчиков освещённости. Проведено сравнение выработки энергии трекером и стационарной панелью одинаковой площади (64 см^2) в реальных условиях преимущественно пасмурной погоды. Получен прирост среднего напряжения за день $\approx 28,1 \%$ (среднее $0,205 \text{ мВ}$ против $0,160 \text{ мВ}$). Экстраполяция на 1 м^2 даёт $\sim 125 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$ за 8 солнечных часов. Показано, что трекер позволяет сократить необходимую площадь панелей на $20\text{--}28 \%$ (в ясную погоду – до $40\text{--}50 \%$) для покрытия нужд семьи ($144 \text{ кВт} \cdot \text{ч/мес}$) или гимназии ($5610 \text{ кВт} \cdot \text{ч/мес}$). Обсуждаются конструкция, алгоритм *Ardublock*, энергозатраты привода и направления доработки: фоторезисторы *LDR* вместо панель-датчиков, *MPPT*-контроллер, дискретный режим слежения, астрономическое наведение. Проект подтверждает перспективность трекеров для регионов с умеренной инсоляцией и высокой облачностью, таких как север Беларуси.

Ключевые слова: солнечный трекер, автоматическое слежение за Солнцем, *Arduino*, солнечная панель, возобновляемые источники энергии, энергосбережение, школьный проект, эффективность, Витебская область

Введение. XXI век характеризуется острыми энергетической и экологической проблемами. В Республике Беларусь активно развивается использование возобновляемых источников энергии, включая солнечную [1, 2, 5]. По данным государственного кадастра ВИЭ, в стране функционирует 232 установки на ВИЭ общей мощностью $288,9 \text{ МВт}$, среди которых 14 – солнечные. Витебская область, несмотря на более низкую инсоляцию по сравнению с югом страны, реализует проекты вроде гелиоустановки «Пламя» ($1,6 \text{ МВт}$, Сенненский район) и малых систем в биосферных заповедниках и сельхозобъектах [2].

Стационарные панели достигают максимального КПД лишь около полудня. Солнечные трекеры, отслеживающие положение Солнца, позволяют существенно увеличить выработку энергии [3, 4].

Основная часть. Для изготовления солнечного трекера применена простая конструкция на деревянной раме, усиленной корпусом из МДФ. В качестве датчиков освещённости использованы четыре миниатюрные солнечные панели площадью по 16 см^2 каждая, извлечённые из садовых светильников. Панели размещены по периметру подвижной платформы и оснащены виниловыми заслонками, создающими теневые контрасты для определения направления на источник света. Поворот платформы обеспечивают два сервопривода: один отвечает за азимут с диапазоном около 160° , второй – за высоту с диапазоном до 60° . Управление осуществляется микроконтроллером *Arduino Uno* с платой-расширителем *Sensor Shield V5.0*, питание, программирование и отладка выполняются по *USB* от компьютера. Программная часть реализована в среде *Ardublock*. При включении или отсутствии освещения устройство устанавливается в исходное восточное положение. В рабочем режиме программа непрерывно считывает аналоговые сигналы с четырёх датчиков, вычисляет разности освещённости, определяет направление максимального света и выполняет пошаговый поворот примерно на 1° за цикл до выравнивания показаний всех датчиков. При падении освещённости ниже заданного порога система возвращается в исходное положение.

Для снижения энергопотребления предлагается переход на дискретный режим с поворотом платформы раз в $1\text{--}2$ часа. Эксперимент проводился в преимущественно пасмурную погоду каждые два часа с $8:00$ до $18:00$. Сравнивались две панели одинаковой

суммарной площади 64 см²: одна на трекере, вторая – стационарная с ориентацией на полдень. Диаграмма зависимости напряжения (мВ) солнечных панелей от времени суток в пасмурную погоду представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Диаграмма зависимости напряжения от времени суток

В 8:00 трекер показал 0,05 мВ против 0,04 мВ у стационарной (+25 %), в 10:00 – 0,18 мВ против 0,14 мВ (+28,6 %), в 12:00 оба варианта дали 0,44 мВ, в 14:00 – 0,34 мВ против 0,25 мВ (+36 %), в 16:00 – 0,20 мВ против 0,09 мВ (+122 %), в 18:00 – 0,02 мВ против 0 мВ. Среднесуточное напряжение составило 0,205 мВ для трекера и 0,160 мВ для стационарной панели, что соответствует приросту около 28,1 %. Суммарная выработка за период наблюдений достигла 1,23 условных единиц у трекера против 0,96 у.е. у неподвижной панели. Наиболее выраженное преимущество трекера проявилось во второй половине дня. Литературные данные подтверждают полученные результаты: двухосевые трекеры в пасмурную погоду обеспечивают прирост 20–30 %, в ясную – до 40–50 % [3, 4]. Даже в условиях высокой облачности, типичной для северных регионов Беларуси, трекер демонстрирует заметное преимущество [5]. Исходя из условной выработки 125 Вт·ч на 1 м² за 8 солнечных часов, для семьи с месячным потреблением 144 кВт·ч стационарная система требует около 4,8 м² панелей, а применение трекера позволяет сократить площадь до 3,4–3,8 м² (на 20–28 %, в солнечные месяцы – до 40 %) [3]. Для гимназии с расходом 5610,9 кВт·ч в месяц стационарная система потребовала бы около 187 м², тогда как трекер существенно повышает реалистичность размещения установки на крыше здания. Ограничениями текущей конструкции являются заметное собственное энергопотребление при непрерывном слежении, недостаточная точность миниатюрных панелей как датчиков, отсутствие измерения тока и MPPT-контроллера.

Рекомендуемые улучшения включают переход на дискретный или спящий режим, замену датчиков на фоторезисторы, внедрение модуля *INA219* и MPPT-контроллера [4]. В планах дальнейшего развития – проведение измерений в ясную погоду, круглогодичный мониторинг, создание масштабированной версии мощностью 100–200 Вт с реальной нагрузкой, расчёт экономической эффективности и добавление *Wi-Fi*-мониторинга на базе *ESP32*.

Заключение. Разработанный трекер на доступных компонентах увеличивает выработку энергии на 28,1 % в пасмурных условиях (прогноз до 40–50 % в солнечные дни), что особенно ценно для регионов с высокой облачностью, как Витебская область [5]. Трекеры позволяют сократить площадь панелей на крышах домов и школ, решая проблему ограниченного пространства. Проект может использоваться на уроках физики, информатики и экологии, а

также как демонстрационная модель для популяризации «зелёных» технологий.

Список литературы

1. Борисовский государственный колледж. Энергетическая проблема мирового уровня и Беларуси в частности. URL: <https://clck.ru/EqrN2> (дата обращения: 06.12.2018).
2. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. URL: <http://minpriroda.gov.by> (дата обращения: 06.12.2018).
3. Виссарионов В.И. и др. Солнечная энергетика. Методы расчетов. М.: МЭИ, 2008. 317 с.
4. Гибилиско С. Альтернативная энергетика без тайн. М.: Эксмо-Пресс, 2010. С. 289–336.
5. Портал «Соседство ЕС». Всё ясно: как в Беларуси развивается солнечная энергетика. URL: <https://www.euneighbours.eu> (дата обращения: 06.12.2018).

UDC 621.383.51

SOLAR TRACKER WITH AUTOMATIC GUIDANCE TO INCREASE THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS

Yablonskaya A.A.; Pamakha Alesia

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

N.V. Tsyavlovskaya – Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics, Master of Technical Sciences

Annotation. Within the framework of a school research project, a dual-axis solar tracker was designed and fabricated based on an Arduino Uno microcontroller, utilizing four miniature solar panels as light sensors. A comparative analysis was conducted of energy generation between the tracker and a stationary panel of identical area (64 cm²) under real-world conditions, predominantly cloudy weather. An average daily voltage increase of approximately 28.1% was obtained (mean values: 0.205 mV vs. 0.160 mV). Extrapolation to 1 m² yields approximately 125 Wh over 8 solar hours. It is demonstrated that the tracker enables a reduction in the required solar panel area by 20–28% (and up to 40–50% under clear weather) to meet the energy needs of a household (144 kWh/month) or a gymnasium (5610 kWh/month). The design, Ardublock-based algorithm, drive power consumption, and potential improvements are discussed, including replacement of sensor panels with LDR photoresistors, integration of an MPPT controller, discrete tracking mode, and astronomical positioning. The project confirms the promising potential of solar trackers in regions with moderate insolation and high cloud cover, such as northern Belarus.

Keywords: solar tracker, automatic sun tracking, Arduino, solar panel, renewable energy sources, energy saving, school project, efficiency, Vitebsk region

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Жарский Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – к. г. н., доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для автоматизированного мониторинга технического состояния горнодобывающего оборудования. Реализованы модули сбора и визуализации телеметрических данных в режиме реального времени, автоматического оповещения при превышении пороговых значений параметров, планирования технического обслуживания по моточасам, а также журналирования событий и аналитики показателей надёжности. Серверная часть построена на основе FastAPI и PostgreSQL, клиентская – на React с применением протокола WebSocket.

Ключевые слова: мониторинг оборудования, горнодобывающая промышленность, FastAPI, React, WebSocket.

Введение. Горнодобывающая промышленность относится к числу отраслей с высокой капиталоемкостью парка технологического оборудования. На предприятиях ОАО «Беларуськалий» эксплуатируются сотни единиц горной техники – комбайны, конвейеры, буровые установки, самосвалы, – суммарная стоимость которых исчисляется миллиардами рублей. Незапланированный простой даже одной единицы оборудования влечёт за собой ощутимые производственные и финансовые потери. Согласно отраслевой статистике, до 40% внеплановых остановок технологических процессов в горнодобывающей промышленности обусловлены отказами оборудования, которые при своевременной диагностике могли быть предотвращены [1].

Традиционные подходы к техническому обслуживанию, основанные на плановых периодических осмотрах и субъективной оценке состояния оборудования персоналом, не позволяют оперативно реагировать на аномальные отклонения параметров в режиме реального времени. Отсутствие централизованного инструмента мониторинга приводит к тому, что критические события фиксируются с запозданием, журналы технического обслуживания ведутся разрозненно, а аналитика по надёжности оборудования практически недоступна для принятия управленческих решений [2].

Существующие коммерческие системы мониторинга, как правило, ориентированы на оборудование конкретного производителя и не обеспечивают интеграцию разнородного парка техники в единое информационное пространство. Кроме того, высокая стоимость внедрения и лицензирования подобных решений делает их малодоступными для средних предприятий. Разработка универсальной открытой платформы, адаптированной под нужды горнодобывающего предприятия, представляет собой актуальную инженерную задачу.

Основная часть. Разрабатываемая система построена на принципе разделения ответственности: сбор данных с датчиков оборудования (температура, вибрация, моточасы) выполняется внешними шлюзами, которые взаимодействуют с приложением через предоставляемый REST API. Такой подход позволяет абстрагироваться от протоколов конкретных устройств и сосредоточиться на логике обработки и визуализации данных. Архитектура системы организована по клиент-серверной модели с чётким разграничением слоёв представления, бизнес-логики и хранения данных.

При проектировании схемы базы данных выделены следующие основные сущности: оборудование (Equipment), датчик (Sensor), телеметрическое измерение (Measurement), событие технического обслуживания (MaintenanceEvent), уведомление (Notification) и пользователь (User). Связь «один ко многим» между оборудованием и датчиками позволяет гибко настраивать набор контролируемых параметров для каждой единицы техники без изменения структуры данных. Индексирование таблицы измерений по полям device_id и

timestamp обеспечивает высокую скорость выборки при построении временных графиков.

Серверная часть реализована на базе фреймворка FastAPI, что обеспечивает высокую производительность асинхронной обработки входящих потоков телеметрии [3]. В качестве основной СУБД выбрана PostgreSQL. Клиентская часть построена на React с использованием WebSocket-соединений для отображения актуальных статусов оборудования с интервалом обновления 5 секунд. Развёртывание системы производится посредством Docker-контейнеризации с балансировкой нагрузки через Nginx, что обеспечивает горизонтальную масштабируемость при подключении до 1000 единиц техники одновременно [4].

Безопасность доступа обеспечивается JWT-аутентификацией с разграничением ролей: администраторы системы, инженеры технического обслуживания и операторы обладают различными правами на просмотр и редактирование данных. Все действия пользователей фиксируются в журнале аудита. Транспортный уровень защищён протоколом HTTPS.

Для приёма телеметрии от внешних шлюзов предусмотрены специализированные REST-эндпоинты: POST /sensors/{device_id}/data принимает пакеты измерений, POST /alerts регистрирует события от сторонних систем. Версионирование API через префикс /api/v1/ обеспечивает обратную совместимость при развитии платформы. Автоматически генерируемая интерактивная документация на основе OpenAPI-спецификации (Swagger UI) упрощает подключение новых источников данных и интеграцию с корпоративными ERP-системами.

Центральным элементом пользовательского интерфейса является главный дашборд, отображающий сводную картину состояния всего парка техники: количество единиц в нормальном режиме работы, в состоянии предупреждения и в аварийном состоянии, а также ключевые показатели надёжности – в частности, среднее время наработки на отказ. Карточка каждой единицы оборудования содержит актуальный статус и временные графики измеряемых параметров.

Подсистема уведомлений функционирует в двух режимах. Аварийные оповещения формируются автоматически при превышении настраиваемых пороговых значений параметров и доставляются ответственным специалистам посредством электронной почты. Второй режим – плановые напоминания о техническом обслуживании: система рассчитывает сроки очередных регламентных работ по заданной периодичности (например, каждые 500 моточасов) и заблаговременно уведомляет исполнителей за 1 и 3 дня до наступления срока.

Журнал событий формирует полную хронологию технического состояния каждой единицы техники: поломки, плановые и внеплановые ремонты, замены узлов с указанием ответственного специалиста. Предусмотрена фильтрация записей по оборудованию, периоду и типу события, а также экспорт выборок в форматы PDF и Excel для последующей передачи в службы технического контроля или интеграции с корпоративными ERP-системами.

Через мобильный интерфейс техник может выбрать нужную единицу оборудования из списка, просмотреть историю обслуживания и зафиксировать выполненные работы с указанием времени, типа работ и ответственного исполнителя – без установки отдельного мобильного приложения.

Аналитический модуль позволяет отслеживать тренды отказов в разрезе типов оборудования за произвольный период. В качестве перспективного направления рассматривается внедрение предиктивной аналитики на основе алгоритмов машинного обучения: прогнозирование вероятности отказа по динамике вибрационных характеристик позволит перейти от планово-предупредительной к предиктивной модели технического обслуживания [5].

Заключение. Разработанное веб-приложение ориентировано на практическое применение в условиях реального горнодобывающего предприятия. Централизация данных о состоянии оборудования в едином информационном пространстве и переход от реактивного к проактивному управлению техническим обслуживанием способны существенно сократить количество внеплановых простоев и снизить затраты на эксплуатацию техники. Система спроектирована с учётом специфики работы ОАО «Беларуськалий» и может быть адаптирована для иных объектов горнодобывающей отрасли. Практическая апробация системы запланирована на базе одного из рудоуправлений ОАО «Беларуськалий», что позволит оценить реальную эффективность предложенных решений и скорректировать

функциональные требования по итогам опытной эксплуатации. Практическая апробация системы запланирована на базе одного из рудоуправлений ОАО «Беларуськалий», что позволит оценить реальную эффективность предложенных решений и скорректировать функциональные требования по итогам опытной эксплуатации. Ожидается, что внедрение системы сократит среднее время реакции на аварийные события не менее чем в два раза по сравнению с существующей практикой ручного контроля.

Таким образом, предлагаемое решение закрывает актуальный технологический пробел в управлении жизненным циклом горнодобывающего оборудования, предоставляя инженерно-техническому персоналу и руководству предприятия полноценный инструмент для оперативного мониторинга, планирования технического обслуживания и анализа надёжности парка техники. Открытый API и модульная архитектура системы обеспечивают её расширяемость и возможность интеграции с существующими корпоративными информационными системами. Дальнейшее развитие системы предполагает реализацию модуля предиктивной аналитики на основе машинного обучения, расширение перечня поддерживаемых типов оборудования, а также интеграцию с системами автоматизированного управления производством (АСУП) для обеспечения сквозного цифрового контроля производственных процессов.

Список литературы

1. Храмовских, В. А. Адаптивный интеллектуальный анализ данных как инструмент для прогнозирования ресурса узлов горных машин и оборудования / В. А. Храмовских, А. Н. Шевченко, К. А. Непомнящих // *Науки о Земле и недропользование*. – 2023. – Т. 46, №2. – С. 212–225. – URL: <https://www.nznj.ru/jour/article/view/290>
2. Королев, В. И. Методы прогнозного мониторинга технического состояния электрических машин / В. И. Королев // *Электротехнические и информационные комплексы и системы*. – 2023. – Т. 19, №2. – С. 62–72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-prognoznogo-monitoringa-tehnicheskogo-sostoyaniya-elektricheskikh-mashin>
3. Савостин, П. А. Практическое применение асинхронного программирования на языке Python при помощи пакета Asyncio / П. А. Савостин, Н. Э. Ефремова // *NB: Кибернетика и программирование*. – 2018. – №4. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=25851
4. Топалов, Н. К. Контейнеризация приложений: преимущества Docker и Kubernetes / Н. К. Топалов // *Молодой ученый*. – 2024. – №51 (550). – С. 22–24. – URL: <https://moluch.ru/archive/550/120711>
5. Сай Ван Квонг. Архитектура системы предсказательного технического обслуживания сложных многообъектных систем в концепции Индустрии 4.0 / Сай Ван Квонг, М. В. Щербаков // *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. – 2020. – №2. – С. 45–59. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-sistemy-predskazatel'nogo-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-slozhnyh-mnogoobektnykh-sistem-v-kontseptsii-industrii-4-0>

UDC 004.9:622

WEB APPLICATION FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF MINING EQUIPMENT

Zharski Y.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Cand. of Sci., Associate Professor of the Department of IPiE

Annotation. A web application for automated monitoring of the technical condition of mining equipment has been developed. Modules for real-time collection and visualization of telemetry data, automatic alerting upon exceeding threshold parameter values, maintenance scheduling by engine hours, as well as event logging and reliability metrics analytics have been implemented. The server side is built on FastAPI and PostgreSQL, the client side – on React using the WebSocket protocol.

Keywords: equipment monitoring, mining industry, FastAPI, React, WebSocket.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЕТЕРИНАРНОЙ КЛИНИКИ СО ВСТРОЕННЫМ ТОРГОВЫМ МОДУЛЕМ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Жданович А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – магистр педагог. наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается проект интегрированной системы автоматизации ветеринарной клиники с торговым модулем и её эргономическое обеспечение. Показано, что объединение процессов записи на прием, ведения медицинских карт, рекомендаций товаров и оформления продаж в едином цифровом пространстве сокращает ручной ввод данных, снижает риск ошибок и повышает согласованность информации. Проект ориентирован на повышение эффективности работы администраторов и врачей, а также удобства взаимодействия клиентов с системой.

Ключевые слова: автоматизация, ветеринарная клиника, эргономика, юзабилити

Введение. В условиях цифровой трансформации сферы услуг особую актуальность приобретает автоматизация процессов, в том числе в ветеринарных клиниках. Расширение функционала клиник требует применения комплексных информационных систем.

На практике ветеринарные клиники сталкиваются со следующими проблемами:

- разрозненность программных решений для ведения медицинской документации;
- отсутствие интеграции между торговым и медицинским контуром, что приводит к дублированию информации.

В условиях развития онлайн-записи и интернет-продаж возникает потребность в создании интегрированной системы, обеспечивающей сквозную цифровую прослеживаемость полного цикла обслуживания клиента: от записи на прием до повторного визита и приобретения назначенных препаратов. Особое значение при проектировании такой системы приобретает эргономическое проектирование, направленное на снижение вероятности ошибок пользователей и оптимизацию взаимодействия администратора, врача и клиента с информационной средой.

Основная часть. Автоматизация бизнес-процессов ветеринарной клиники предполагает анализ полного цикла обслуживания клиента. Для выявления эффектов интеграции целесообразно сопоставить существующую модель организации операций с проектируемой интегрированной системой. Такое сопоставление позволяет определить зоны информационных разрывов, оценить роль администратора как связующего элемента процесса и выявить точки потенциального возникновения ошибок.

В существующей модели автоматизация носит фрагментарный характер. Запись на прием осуществляется децентрализованно через телефонный звонок администратору, сообщение на электронную почту или же социальную сеть. В последствии администратор фиксирует данные клиента и животного в системе или журнале учета. При этом назначение врача и информирование его о предстоящем приеме может происходить посредством бумажного дневника или устного уведомления, что формирует дополнительный внецифровой контур коммуникации.

После проведения приема врач вносит данные в медицинскую систему, однако назначенные препараты и рекомендации передаются администратору отдельно. Оформление продажи осуществляется в самостоятельной торговой системе, не связанной напрямую с медицинской частью. Напоминания клиентам также формируются администратором вручную. На рисунке 1 представлена диаграмма последовательности, отражающая данный процесс.

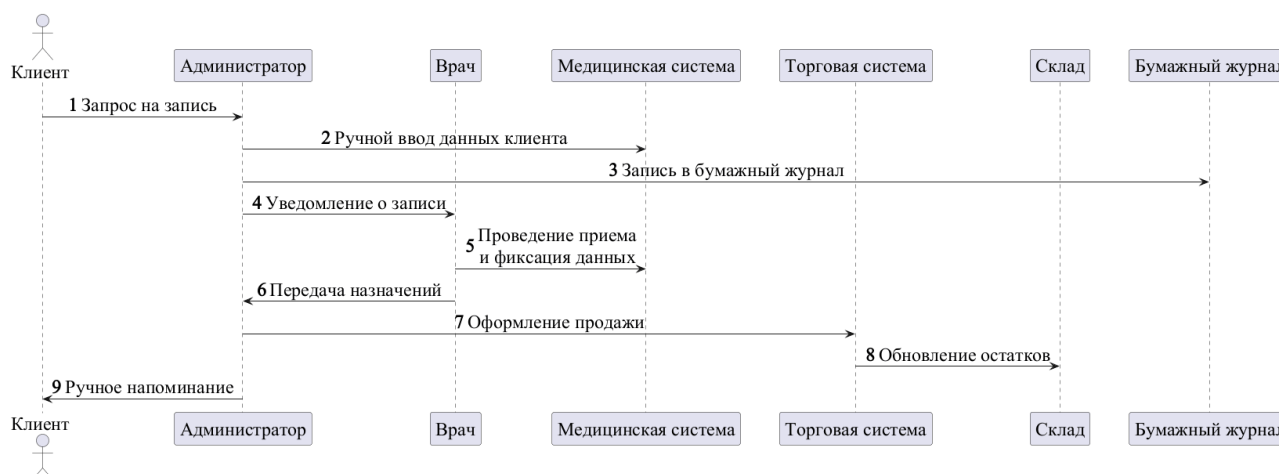


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности

Анализ данной схемы показывает, что администратор фактически выполняет функцию посредника между медицинским и торговым контурами. Значительная часть операций связана с ручной передачей информации, что повышает вероятность неполной фиксации данных и создает зависимость от человеческого фактора.

В проектируемой системе запись на прием, ведение медицинской карты, рекомендации товаров и оформление продаж функционируют в едином информационном пространстве. Администратор сохраняет роль координатора расписания, однако работает с электронным календарем, доступным врачу в режиме реального времени, что исключает необходимость внецифровых способов уведомления. Обновление складских остатков и фиксация покупки происходят автоматически. Напоминания о повторных визитах или процедурах формируются на основе данных медицинской карты и истории посещений. На рисунке 2 представлена диаграмма последовательности после внедрения единой автоматизированной системы.



Рисунок 2 – Диаграмма последовательности после внедрения единой автоматизированной системы

В отличие от существующей модели, интегрированная система устраняет бумажный контур и снижает количество операций ручной передачи данных между участниками процесса. Администратор перестает быть единственной связующей точкой между медицинской и торговой частями. Это повышает согласованность информации, уменьшает число промежуточных действий и снижает вероятность искажения назначений при передаче.

Эргономическое проектирование интегрированной информационной системы ветеринарной клиники направлено на обеспечение эффективного и результативного взаимодействия пользователей с программной средой. В соответствии с международным стандартом ISO 9241-11 юзабилити определяется как степень, в которой система может быть

использована определёнными пользователями для достижения поставленных целей с эффективностью, результативностью и удовлетворённостью в заданном контексте применения [1]. В условиях фрагментированной автоматизации администратор выполняет функцию посредника между медицинским и торговым контурами, что требует многократного ручного ввода данных и постоянного переключения внимания между различными источниками информации. Такая организация работы увеличивает вероятность операционных ошибок и снижает предсказуемость процесса обслуживания.

Интеграция расписания, медицинских карт, модуля рекомендаций товаров и системы напоминаний в едином цифровом пространстве структурно упрощает взаимодействие пользователя с системой. Снижение количества промежуточных действий и устранение повторного ввода данных способствует уменьшению когнитивной нагрузки, что согласуется с положениями теории когнитивной нагрузки Дж. Свеллера [2]. Дополнительно принципы предотвращения ошибок и согласованности интерфейса, сформулированные Я. Нильсеном [3], подтверждают необходимость проектирования целостной среды, где состояние записей, назначений и торговых операций отображается прозрачно и взаимосвязано. Следовательно, интеграция медицинского и торгового модулей выступает инструментом повышения эффективности взаимодействия персонала с информационной системой.

Заключение. В результате проведенный анализ демонстрирует следующее, интеграция медицинского и торгового модуля в единый контур, позволяет существенно увеличить эффективность и устойчивость бизнес-процессов. Благодаря цифровой прослеживаемости полного цикла обслуживания, устранению бумажного контура и сокращению ручного ввода данных снижается вероятность операционных ошибок, кроме того, данные изменения снижают нагрузку на администратора системы. В свою очередь эргономическое проектирование интерфейсов способствует снижению когнитивной нагрузки и повышению удобства работы пользователей.

Список литературы

1. Эргономика взаимодействия человек – система. Ч. II. Юзабилити: определения и основные понятия: ISO 9241-11:2018. Женева: International Organization for Standardization, 2018.
2. Sweller, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // *Cognitive Science*. 1988. Vol. 12, No 2. P. 257–285.
3. 10 эвристик удобства использования пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Дата доступа: 18.02.2026.

UDC 004.9:619

VETERINARY CLINIC INFORMATION SYSTEM WITH BUILT-IN COMMERCIAL MODULE AND ITS ERGONOMICS

Zhdanovich A.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Yatskevich A.Y. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The work examines the design of an integrated automation system for a veterinary clinic with a trade module and its ergonomic support. It demonstrates that combining the processes of appointment scheduling, medical record management, product recommendations, and sales processing within a single digital environment reduces manual data entry, lowers the risk of errors, and improves information consistency. The project is aimed at increasing the efficiency of administrators and veterinarians, as well as enhancing the ease of interaction for clients.

Keywords: automation, veterinary clinic, ergonomics, usability

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ АБОНЕНТОВ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Анисенко Т.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Медведев О.С. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры

Аннотация. Исследование архитектурных принципов построения системы, особенности организации серверной логики и модели хранения данных, а также механизмы интеграции с внешними информационными ресурсами. Повышение производительности операторов технической поддержки и снижения операционных рисков. Обоснована необходимость комплексного подхода к разработке, учитывающего требования масштабируемости, отказоустойчивости и оптимизации когнитивной нагрузки.

Ключевые слова: оператор связи, отказоустойчивость, информационная система, автоматизация бизнес-процессов

Введение. Современные телекоммуникационные системы характеризуются высокой сложностью инфраструктуры и большим объёмом обрабатываемых данных. В условиях роста числа абонентов и расширения перечня услуг возрастает нагрузка на службы технической поддержки.

Анализ существующих решений показывает, что многие из них ориентированы преимущественно на функциональность, однако недостаточно учитывают удобство интерфейса и оптимизацию рабочих процессов операторов. Это приводит к увеличению времени обработки обращений, росту числа ошибок и необходимости повторного ввода данных из разрозненных систем.

В связи с этим актуальной задачей является разработка веб-приложения для технического сопровождения абонентов, обеспечивающего интеграцию с корпоративными системами, архитектурную устойчивость и рациональную организацию пользовательского взаимодействия.

Основная часть. Разрабатываемое веб-приложение реализуется на основе многоуровневой архитектурной модели с логическим разделением уровня представления, прикладной логики и хранения данных. Подобная декомпозиция обеспечивает независимость компонентов и упрощает масштабирование системы в условиях увеличения нагрузки.

В целях наглядного представления архитектурной организации разработанного веб-приложения на рисунке 1 приведена структурная схема взаимодействия основных компонентов системы [1].

Представленная схема отражает логическое разделение на уровень пользователя, серверную часть и уровень хранения данных. Пользователь осуществляет взаимодействие с системой через веб-интерфейс, формируя запросы на регистрацию обращений, управление услугами и получение информации о состоянии заявки. Серверная часть включает модуль обработки инцидентов, механизм распределения задач, модуль интеграции с биллинговыми системами, аналитический блок и подсистему безопасности.

Обмен данными между компонентами осуществляется посредством прикладных интерфейсов, а централизованное хранение информации обеспечивается базой данных, содержащей сведения об абонентах, обращениях, услугах и системных событиях. Таким образом, структурная схема подтверждает соответствие реализованной системы принципам многоуровневой архитектуры и демонстрирует распределение функциональной нагрузки между компонентами [2].

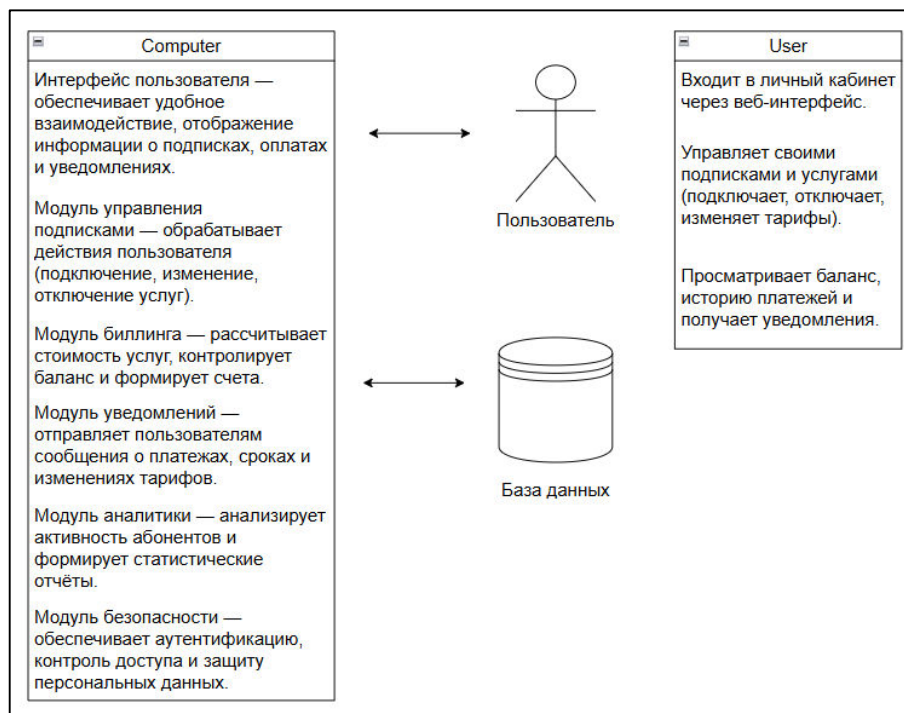


Рисунок 1 – Структурная схема веб-приложения технического сопровождения абонентов оператора связи

Клиентский уровень функционирует в браузерной среде и обеспечивает визуализацию данных, формирование пользовательских запросов и отображение результатов обработки. Взаимодействие с серверной частью осуществляется посредством протокола HTTP с использованием REST-ориентированных интерфейсов. Асинхронная модель обмена данными позволяет минимизировать задержки при обновлении состояния заявок и синхронизации с сервером [3].

Серверный уровень реализует бизнес-логику обработки инцидентов, механизм распределения задач, контроль выполнения регламентов и процедуры аутентификации и авторизации пользователей. Транзакционная обработка данных осуществляется с учетом требований атомарности, согласованности, изолированности и долговечности операций. Для обеспечения устойчивости к отказам предусматривается возможность горизонтального масштабирования и балансировки нагрузки между вычислительными узлами.

Уровень хранения данных основан на реляционной модели с нормализацией структуры до третьей нормальной формы. Это обеспечивает минимизацию избыточности и поддержание целостности информации. Индексирование ключевых атрибутов способствует сокращению времени выполнения запросов. Дополнительно реализуется механизм журналирования действий пользователей, позволяющий осуществлять аудит операций и анализ инцидентов информационной безопасности [4].

Информационная система обеспечивает полный жизненный цикл обращения абонента, начиная с регистрации запроса и заканчивая его закрытием после подтверждения устранения неисправности. Автоматизированная интеграция с биллинговыми системами и базами данных абонентов позволяет сократить время ввода информации и повысить достоверность данных. Связь с системами мониторинга сетевой инфраструктуры обеспечивает получение актуальных сведений о состоянии оборудования и параметрах соединения.

Классификация инцидентов осуществляется на основе совокупности параметров, включая тип услуги, категорию клиента и потенциальный масштаб воздействия на сеть. Приоритет обращения может определяться алгоритмически посредством взвешенной оценки указанных параметров, что обеспечивает объективность распределения ресурсов технической поддержки

Навигационная структура системы формируется на основе устойчивых пользовательских сценариев. Предсказуемость расположения элементов управления и

единообразие интерфейсных решений обеспечивают формирование стабильной ментальной модели у оператора. Это сокращает время адаптации и повышает эффективность выполнения типовых операций [5].

Особое внимание уделяется оптимизации числа действий, необходимых для достижения результата. Использование автоматического заполнения полей на основе идентификатора абонента и реализация контекстного поиска позволяют сократить временные затраты на обработку обращения. Таким образом, эргономическое обеспечение становится не вспомогательным, а системообразующим элементом проектирования.

В рамках работы было проведено тестирование разработанного веб-приложения с участием группы пользователей, моделировавших деятельность операторов технической поддержки. Участникам предлагалось выполнить типовые сценарии обработки обращений.

В ходе эксперимента фиксировались время выполнения операций и количество ошибок. Результаты показали сокращение среднего времени обработки заявок и снижение числа ошибок по сравнению с традиционным интерфейсным решением.

Таким образом, эксперимент подтвердил эффективность предложенной архитектурной и интерфейсной организации системы.

Заключение. Многоуровневая архитектура обеспечивает масштабируемость и устойчивость системы, а интеграция с корпоративными информационными ресурсами формирует единую цифровую среду управления инцидентами.

Результаты исследования подтверждают, что учет эргономических факторов на этапе проектирования способствует снижению когнитивной нагрузки операторов, уменьшению числа ошибок и повышению эффективности обработки обращений. В условиях роста объема телекоммуникационных услуг подобные системы становятся стратегическим инструментом обеспечения качества обслуживания абонентов и устойчивого развития оператора связи.

Список литературы

1. Bass, L. *Software Architecture in Practice* / Len Bass, Paul Clements, Rick Kazman. – 3rd ed. – Boston : Addison-Wesley, 2013. – 624 p.
2. Sommerville, I. *Software Engineering* / Ian Sommerville. – 10th ed. – Boston : Pearson, 2016. – 816 p.
3. Fielding, R. T. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures : Doctoral dissertation* / Roy Thomas Fielding. – Irvine : University of California, 2000. – 162 p.
4. ISO 9241-210:2019. *Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems*. – Geneva : International Organization for Standardization, 2019. – 32 p.
5. Newman, S. *Building Microservices* / Sam Newman. – 2nd ed. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2021. – 617 p.

UDC 004.774:621.395.34

WEB APPLICATION FOR TECHNICAL SUPPORT OF TELECOMMUNICATION OPERATOR SUBSCRIBERS

Anisenko T.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O.S. – Senior Lecturer of the Department, Master of Engineering and Technology

Annotation. the paper investigates the architectural principles of system design, the organization of server-side logic and data storage models, as well as mechanisms for integration with external information resources. The study aims to improve the performance of technical support operators and reduce operational risks. The necessity of a comprehensive development approach is substantiated, taking into account the requirements of scalability, fault tolerance, and cognitive load optimization.

Keywords: telecommunications operator, fault tolerance, information system, business process automation

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АРЕНДЫ КАРШЕРИНГА

Антонович Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Медведев О.С. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры

Аннотация. Целью проекта является разработка веб-платформы для организации сервиса каршеринга, обеспечивающей удобное бронирование автомобилей, управление поездками и администрирование автопарка. Система реализована с использованием современных веб-технологий и ориентирована на масштабируемость, производительность и удобство использования.

Ключевые слова: каршеринг, веб-приложение, *TypeScript*, *React*, *NestJS*, *PostgreSQL*, *Prisma*, *REST API*, *Yandex Maps API*

Введение. Стремительные тенденции развития городской мобильности направлены на сокращение количества личного транспорта и повышение эффективности использования автомобилей. Одним из наиболее перспективных решений в данной области является каршеринг – краткосрочная аренда автомобилей с поминутной или почасовой оплатой, позволяющая пользователям пользоваться транспортом без необходимости его приобретения и обслуживания [1].

Анализ популярных решений показал, что несмотря на широкое распространение каршеринговых сервисов, многие существующие платформы имеют ряд недостатков. Среди них можно выделить недостаточно удобный пользовательский интерфейс, сложность процесса регистрации и бронирования, ограниченные возможности поиска и выбора автомобилей, а также недостаточную информативность отображения доступного транспорта на карте. Кроме того, некоторые сервисы сталкиваются с проблемами производительности веб-приложений и стабильности работы при увеличении количества пользователей [2].

В связи с этим возникает необходимость разработки современных веб-решений, обеспечивающих удобное взаимодействие пользователя с системой, быстрый поиск доступных автомобилей и эффективное управление процессом аренды.

Объектом разработки является веб-приложение для аренды автомобилей в формате каршеринга, предоставляющее пользователям возможность регистрации, авторизации, поиска доступных автомобилей на карте, бронирования и управления поездками.

В связи с этим возникает необходимость разработки современных веб-решений, обеспечивающих удобное взаимодействие пользователя с системой, быстрый поиск доступных автомобилей и эффективное управление процессом аренды.

Объектом разработки является веб-приложение для аренды автомобилей в формате каршеринга, предоставляющее пользователям возможность регистрации, авторизации, поиска доступных автомобилей на карте, бронирования и управления поездками.

Основная часть. Разрабатываемая система представляет собой клиент-серверное веб-приложение для организации аренды автомобилей. Архитектура системы построена на разделении на клиентскую и серверную части, что обеспечивает гибкость разработки, масштабируемость и удобство сопровождения программного обеспечения.

Клиентская часть (*frontend*) реализована с использованием языка *TypeScript* и библиотеки *React*. Сборка проекта осуществляется с помощью инструмента *Vite*, который обеспечивает высокую скорость компиляции и оптимизацию ресурсов приложения. Использование *TypeScript* позволяет повысить надёжность программного кода за счёт строгой типизации и уменьшения вероятности логических ошибок. Применение библиотеки *React* обеспечивает компонентный подход к разработке пользовательского интерфейса, что упрощает его дальнейшую модификацию и развитие [3].

Для отображения расположения автомобилей используется *API* сервиса Яндекс.Карты (*Yandex Maps API*). Данный инструмент позволяет интегрировать интерактивную карту в веб-

приложение и отображать доступные автомобили в виде меток с указанием их текущего местоположения [4].

Серверная часть (*backend*) реализована на платформе *Node.js* с использованием фреймворка *NestJS*. Данный фреймворк поддерживает модульную архитектуру приложения и обеспечивает удобную организацию бизнес-логики системы. Взаимодействие между клиентской и серверной частями осуществляется посредством *REST API*.

В качестве системы управления базами данных используется *PostgreSQL*, обеспечивающая надёжное хранение информации о пользователях, автомобилях и поездках. Для взаимодействия с базой данных применяется *ORM Prisma*, которая упрощает работу с моделями данных и обеспечивает типобезопасность запросов.

Общая архитектура разработанной системы представлена на рисунке 1.

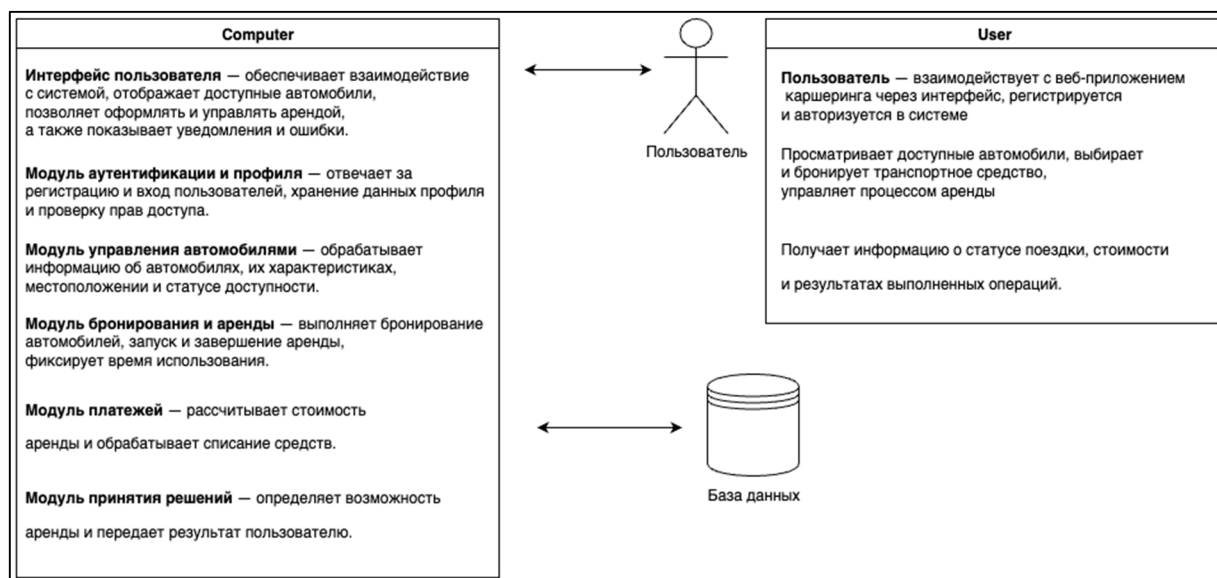


Рисунок 1 – Схема взаимодействия пользователя с системой

Можно выделить основные функциональные модули системы, обеспечивающие ключевые процессы работы каршеринговой платформы. К ним относятся модуль аутентификации пользователей, модуль управления автопарком, модуль бронирования и аренды автомобилей, модуль обработки платежей, а также модуль взаимодействия с пользовательским интерфейсом. Каждый из модулей выполняет определённые функции и взаимодействует с другими компонентами системы, обеспечивая целостность и согласованность работы приложения. Все модули связаны с базой данных, в которой хранится информация о зарегистрированных пользователях, доступных автомобилях, активных бронированиях, истории поездок и выполненных финансовых операциях.

Пользователь взаимодействует с системой через веб-интерфейс, который обеспечивает доступ к основным функциям платформы. С помощью интерфейса пользователь может зарегистрироваться в системе, пройти процедуру авторизации, просмотреть доступные автомобили на карте, получить информацию о транспортном средстве, выбрать подходящий автомобиль и осуществить его бронирование. В процессе аренды система фиксирует время начала и окончания поездки, а после её завершения автоматически рассчитывает стоимость аренды на основе установленного тарифа и сохраняет информацию о выполненной операции в базе данных.

Особое внимание при разработке системы было уделено удобству пользовательского интерфейса, поскольку именно этот аспект во многом определяет эффективность взаимодействия пользователя с сервисом. Для предварительной оценки удобства разработанного интерфейса был проведён опрос среди фокус-группы. В исследовании приняли участие 18 человек, которым был продемонстрирован прототип интерфейса системы и предложено оценить удобство его использования.

Результаты показали, что 61% участников считают интерфейс понятным, 33% оценивают его как достаточно удобный, и только 6 % считают, что интерфейс требует доработки. Кроме того, 72% опрошенных положительно оценили отображение автомобилей на карте, а 67% отметили, что готовы пользоваться подобным сервисом.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что предложенная архитектура и пользовательский интерфейс обеспечивают удобство взаимодействия с системой и позволяют эффективно выполнять основные операции аренды автомобилей.

Заключение. В рамках работы разработана веб-платформа для сервиса каршеринга, реализующая основные функции краткосрочной аренды автомобилей. Использование современных технологий, таких как *TypeScript*, *React*, *NestJS* и *PostgreSQL*, позволило создать масштабируемое и структурированное решение с чётким разделением ответственности между компонентами системы.

На основе проведённого опроса можно определить направления дальнейшей модернизации системы. Одним из них является внедрение дополнительных модулей, таких как система онлайн-оплаты, позволяющая пользователям быстро и безопасно оплачивать аренду автомобилей непосредственно через веб-приложение. Также перспективным является использование механизма динамического ценообразования, при котором стоимость аренды может изменяться в зависимости от времени суток, уровня спроса и загруженности автопарка.

Кроме того, развитие системы может включать внедрение модуля аналитики пользовательской активности, позволяющего анализировать поведение пользователей и выявлять наиболее востребованные функции сервиса. Предложенное решение представляет собой завершённую программную платформу, которая реализует основные функции каршерингового сервиса и может служить основой для дальнейшего развития и практического внедрения.

Список литературы

1. Carsharing Market – Global Forecast and Industry Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/car-sharing-market-1251.html> – Дата доступа: 04.03.2026.
2. Технологии и особенности развития сервисов каршеринга [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://navneet-singh-https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-i-perspektivy-razvitiya-servisov-karsheringa>. – Дата доступа: 04.03.2026.
3. Разработка веб-приложений на основе клиент-серверной архитектуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/klient-servernaya-arhitektura-veb-prilozheniy> – Дата доступа: 04.03.2026..
4. Документация Yandex Maps API для веб-разработчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://yandex.ru/dev/maps/jsapi> – Дата доступа: 04.03.2026.

UDC 004.774:656.076.3

WEB APPLICATION FOR CAR SHARING RENTAL

Antonovich D.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O.S. – Senior Lecturer of the Department, Master of Engineering and Technology

Annotation. The purpose of this project is to develop a web application for car sharing rental that provides convenient vehicle booking, trip management, and administrative control of the fleet. The system is implemented as a scalable client-server web solution using modern web technologies. The application includes user registration and authentication, administrator approval of accounts, interactive map-based vehicle selection, booking and trip completion functionality, as well as an internal balance payment mechanism. The developed solution ensures reliability, usability, and scalability of the car sharing service.

Keywords: car sharing, web application, vehicle rental, TypeScript, React, NestJS, PostgreSQL, REST API, fleet management.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ШКОЛЫ ТАНЦЕВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Борейко А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Франко Е.П. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты проектирования и разработки веб-приложения для автоматизации школы танцев. Описан технологический стек, а также функциональные возможности системы. Особое внимание уделено эргономическому обеспечению разработки, направленному на оптимизацию взаимодействия в системе «человек – компьютер – среда» и снижение когнитивной нагрузки на персонал.

Ключевые слова: автоматизация, веб-приложение, школа танцев, эргономика, *Python*, *Django*, *PostgreSQL*, *Telegram*

Введение. В условиях стремительной цифровизации всех сфер общественной жизни эффективность управления ресурсами и качеством взаимодействия с потребителями услуг становится определяющим фактором конкурентоспособности. Ручное ведение журналов и переписки в различных мессенджерах, перестают отвечать современным стандартам скорости и удобства. Это приводит к потере очень важных сведений в работе и снижению лояльности клиентов, что обуславливает необходимость создания единой цифровой платформы, минимизирующей временные затраты персонала и обеспечивающей удобство пользовательского опыта.

В связи с этим разработка специальных веб-приложений для автоматизации деятельности танцевальных школ приобретает особую значимость. Данные системы позволяют объединить в общей цифровой среде административные, финансовые и учебные вопросы, предоставляя пользователям доступ к актуальным данным о занятости залов, статусе абонементов и онлайн-оплатах в режиме реального времени. В то же время, эффективность таких решений разработки, напрямую зависит от их эргономического обеспечения, поскольку грамотно спроектированный интерфейс позволяет снизить когнитивную нагрузку на персонал и посетителей и повысить мотивацию учеников к регулярному посещению школы.

Разработка веб-приложения для автоматизации работы школы танцев при помощи введение современных онлайн решений является актуальной задачей, отвечающей потребностям современных систем. Использование модульного принципа построения системы обеспечивает её гибкость и адаптивность к изменениям процессов организации, позволяя централизованно управлять расписанием, вести учет клиентской базы и интегрировать внешние сервисы, такие как *Telegram*. Создание такого программного продукта направлено на оптимизацию рабочих процессов и поднятия управления на новый уровень, гарантирующий высокую производительность труда и улучшение качества обслуживания клиентов.

Разрабатываемая система обладает рядом существенных преимуществ перед существующими аналогами. Самое главное преимущество заключается в том, что все рабочие задачи и общение собраны в одной программе. Это избавляет от необходимости постоянно переключаться между множеством разных сервисов и инструментов одновременно, что делает управление всеми процессами в школе танцев намного проще и удобнее.

Возможности для администратора: администратор может полностью управлять всеми рабочими процессами школы. Он имеет доступ к созданию новых танцевальных стилей и добавлению занятий в общее расписание, а также может изменять или удалять существующие записи. В его задачи входит настройка разных видов абонементов, публикация новостей в *Telegram* и на главную страницу школы, а также работа с отчетами по посещаемости учеников для контроля эффективности студии.

Возможности для хореографа: преподаватель получает удобный интерфейс для

просмотра своего личного графика работы и списка предстоящих тренировок. Главная функция хореографа в системе – это отслеживание посещаемости на своих занятиях, что позволяет всегда иметь актуальные данные о наполнении групп в реальном времени.

Возможности для ученика: ученик получает современный личный кабинет с простым входом через *Telegram*. Программа позволяет ему самостоятельно записываться на интересующие уроки, отменять запись и покупать абонементы с быстрой оплатой. Кроме того, ученик может сам отмечать свое присутствие на уроке, следить за накоплением бонусов, просматривать свои «достижения».

Основная часть. Техническая реализация веб-приложения основывается на сочетании современных технологий, обеспечивающих масштабируемость и стабильность веб-приложения для автоматизации работы школы танцев. В качестве основного языка программирования выбран *Python*, обладающий высокой читаемостью кода и широкими возможностями интеграции. Серверная логика построена на базе фреймворка *Django*, использование архитектуры *Model-View-Template* в котором позволяет эффективно разделить ответственность между функциональными подсистемами продукта [1].

Для надежного хранения данных, включая финансовые транзакции и учетные записи, используется реляционная СУБД *PostgreSQL*, выбранная за строгое соответствие стандартам целостности информации. Развертывание системы осуществляется с применением технологии контейнеризации *Docker* [2], что гарантирует изоляцию программной среды и стабильную работу приложения на различных операционных системах независимо от конфигурации сервера.

Разработанное веб-приложение предоставляет широкий спектр функциональных возможностей, объединяющих административные, финансовые и учебные процессы школы танцев в единой цифровой среде. Одной из ключевых функций является автоматизированное управление расписанием, которое позволяет администратору в режиме реального времени корректировать сетку занятий, а преподавателям – оперативно отслеживать свою нагрузку.

Кроме того, система включает в себя модуль управления клиентской базой, ориентированный на повышение качества обслуживания. Ученики могут самостоятельно записываться на интересующие уроки через общее расписание, а также отменять записи в персональном кабинете, что минимизирует количество рутинных запросов к администратору. Для удобства пользователей реализована функция фильтрации педагогов по танцевальным направлениям, обеспечивающая быстрый поиск нужного специалиста.

Еще одной важной составляющей является финансовый блок, обеспечивающий прозрачность расчетов. Реализована возможность покупки различных видов абонементов с мгновенной оплатой. После подтверждения платежа система автоматически активирует доступ к занятиям, что исключает ошибки ручного ввода данных персоналом.

Приложение также предлагает механизмы повышения вовлеченности клиентов через систему лояльности. Пользователям начисляются бонусы за активность, которые можно использовать для частичной оплаты абонементов, а блок личной аналитики позволяет отслеживать прогресс и получать виртуальные «достижения». Такой игровой подход способствует удержанию клиентов и формированию устойчивого интереса к тренировкам.

Дополнительно реализована интеграция с внешними каналами связи. Система использует *Telegram API* для автоматической рассылки уведомлений-напоминаний о предстоящих занятиях, а также для мгновенной трансляции новостей школы из панели управления в официальный канал. Это обеспечивает оперативную связь и высокую информированность всех участников учебного процесса.

Эргономическое обеспечение приложения оказывает большое влияние на эффективность его использования. При разработке интерфейса основное внимание было уделено снижению когнитивной нагрузки на администраторов и хореографов за счет минимизации рутинных операций. Проектирование велось с соблюдением психологических требований к единообразию элементов управления и цветовой кодировке статусов занятий [3].

Распределение функций в проектируемой системе «человек-компьютер» строится на принципе разделения управляющих и исполнительских операций. Этот подход позволяет создать интуитивно понятную и эффективную среду, где пользователь (Администратор, Хореограф, Ученик) и веб-сайт действуют как партнеры для достижения общей цели.

Пользователь является инициатором всех ключевых процессов: определяет свои потребности, задает исходные параметры и критерии для работы. Например, администратор принимает решение о создании нового абонеента, хореограф выбирает время для занятия, а ученик нажимает кнопку «Записаться».

Роль компьютера – исполнительская, операционная и аналитическая. Получив от пользователя задачу и необходимые данные, система берет на себя всю сложную обработку.

Таким образом, каждая функция в системе реализуется через взаимодействие, где человек задает «что делать», а компьютер отвечает на вопрос «как это сделать».

Интерфейс приложения выполнен в соответствии с принципами адаптивного дизайна, что гарантирует корректное отображение контента на любых устройствах – от рабочих станций администратора до смартфонов учеников. Установленные нормативы по скорости отклика (не более 1 секунды) и количеству действий для записи (не более 3 кликов) позволяют пользователям достигать целей с минимальными временными затратами. По результатам комплексной экспертизы интегральный показатель эргономичности системы составил 0,839, что соответствует высокому уровню качества проектирования пользовательского интерфейса.

Заключение. Веб-приложение для автоматизации работы школы танцев объединяет административные процессы в единую цифровую среду. Использование эргономичного интерфейса снижает нагрузку на персонал и оптимизирует управление ресурсами, что повышает качество сервиса и лояльность пользователей.

Список литературы

1. Django: что за фреймворк и как работает [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://productstar.ru/blog/django-cto-eto-zafreimvork-zacet-on-nuzen-i-kak-rabotaet/>. – Дата доступа: 25.01.2026 Что такое MySQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://selectel.ru/blog/mysql/>. Дата доступа: 12.02.2026

2. Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/566218/>. Дата доступа: 12.02.2026

3. Эргономика взаимодействия человек – система [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://lms.bsuir.by/pluginfile.php/568594/mod_resource/content/1/gost_r_iso_9241-110-2016.pdf. – Дата доступа: 12.02.2026

UDC 004.42:641.5

WEB APPLICATION FOR DANCE SCHOOL AUTOMATION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Boreiko A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Franko E.P. – Senior Lecturer of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article discusses the aspects of designing and developing a web application for dance school automation. The technology stack and functional capabilities of the system are described. Special emphasis is placed on the ergonomic support of the development, aimed at optimizing interaction within the «human-computer-environment» system and reducing the cognitive load on personnel

Keywords: automation, web application, dance school, ergonomics, Python, Django, PostgreSQL, Telegram.

ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ АУКЦИОНА ДЛЯ КУПЛИ-ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ ИЗ-ЗА РУБЕЖА

Борисов Н.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр технических наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Цель данной работы заключается в разработке веб-сервиса для автоматизации процессов купли-продажи автомобилей на зарубежных аукционах. В работе решаются задачи агрегации данных с различных аукционных площадок, автоматического обновления информации о текущих торгах, а также разработки алгоритмов расчета полной стоимости приобретения автомобиля. Создаваемый веб-сервис обеспечивает прозрачность процесса покупки и снижает временные затраты пользователя на поиск и анализ предложений.

Ключевые слова: веб-сервис, аукцион, купля-продажа

Введение. В условиях цифровой трансформации экономики рынок автомобилей из-за рубежа сталкивается с такими проблемами, как языковые барьеры, сложность мониторинга торгов и недостаточная прозрачность ценообразования, при этом уровень его автоматизации остается низким [1]. В связи с этим разработка веб-сервиса для автоматизации работы международных автомобильных аукционов является актуальной задачей, поскольку его внедрение позволит упростить процедуру покупки, обеспечить пользователей достоверной информацией о торгах, автоматизировать расчет итоговой стоимости и повысить доступность данного сегмента рынка для широкого круга потребителей.

Основная часть. Разрабатываемый веб-сервис предназначен для автоматизации процессов поиска, анализа и отслеживания торговых предложений на зарубежных автомобильных аукционах. Архитектура системы построена с учетом современных требований к функциональности, удобству использования и безопасности обработки данных [2]. Веб-сервис обеспечивает пользователям возможность получения актуальной информации о ходе торгов, просмотра детализированных характеристик лотов, а также автоматизированного расчета итоговой стоимости автомобиля с учетом доставки, таможенных пошлин и иных сопутствующих расходов.

При разработке веб-сервиса были выделены следующие функциональные задачи:

- агрегация данных с зарубежных аукционных площадок (статус лота, текущая ставка, время окончания торгов, история изменений);
- фильтрация и поиск автомобилей по заданным параметрам (марка, модель, год выпуска, пробег, тип двигателя, тип коробки передач, страна нахождения);
- автоматический расчет стоимости приобретения автомобиля с учетом доставки, растаможки и комиссионных сборов;
- сохранение выбранных предложений в личном кабинете пользователя с возможностью сравнения и сортировки.

Клиентская часть веб-сервиса реализована на языке *JavaScript* с использованием фреймворка *React*, а также технологий *HTML* и *CSS* [3]. Серверная часть разработана на платформе *Node.JS* с применением фреймворка *Express* [4]. Для организации хранения данных выбрана реляционная база данных *MySQL*, среда разработки – *IntelliJ IDEA*.

На этапе проектирования веб-приложения были определены основные функции системы:

- регистрация и авторизация пользователей;
- просмотр списка доступных аукционов (Япония, Корея, США, Европа);
- поиск и фильтрация автомобилей по параметрам (марка, модель, год, пробег, тип двигателя, страна);
- отображение детальной информации по каждому лоту (фото, аукционный лист, оценки,

история ставок);

- отслеживание изменения статуса лота в режиме реального времени;
- автоматический расчет итоговой стоимости автомобиля с учетом цены на аукционе, комиссии аукциона, доставки до порта/границы, таможенных пошлин и сборов и услуг посредника;
- добавление выбранных лотов в «Избранное» для дальнейшего сравнения;
- сравнение нескольких автомобилей по техническим характеристикам и итоговой стоимости;
- просмотр истории завершенных торгов по конкретным моделям автомобилей;
- сохранение истории поиска и просмотренных лотов;
- возможность подписаться на новые поступления по заданным критериям;
- интеграция с калькулятором растаможки для различных стран-импортеров;
- отображение статистики аукционных цен для анализа рыночной ситуации;
- личный кабинет с историей активности и сохраненными расчетами.

Проектирование веб-сервиса осуществлялось с учетом функциональных требований к системе и необходимости обеспечения удобства взаимодействия пользователя с интерфейсом. На начальном этапе были разработаны алгоритмы работы пользователя, описывающие последовательность действий при выполнении основных сценариев: поиск автомобиля, отслеживание торгов, расчет стоимости, добавление в избранное. На основе разработанных алгоритмов построена структурная схема взаимодействия пользователя с веб-сервисом и внешними аукционными источниками.

Для формализации функциональных требований разработана диаграмма вариантов использования, которая определяет границы системы, роли пользователей (зарегистрированный пользователь, гость, администратор) и доступные им функции. На основе диаграммы вариантов использования разработан сценарий информационного взаимодействия пользователя с программным комплексом, детализирующий обмен данными между компонентами системы при выполнении ключевых операций.

На этапе проектирования пользовательского интерфейса разработаны прототипы основных экранов веб-сервиса (главная страница, страница поиска и фильтрации, карточка лота и личный кабинет). Для оценки удобства и эффективности разработанных интерфейсных решений проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса, позволившая выявить и устранить потенциальные проблемы навигации и восприятия информации [5].

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования веб-сервиса для автоматизации работы аукциона по купле-продаже автомобилей из-за рубежа.

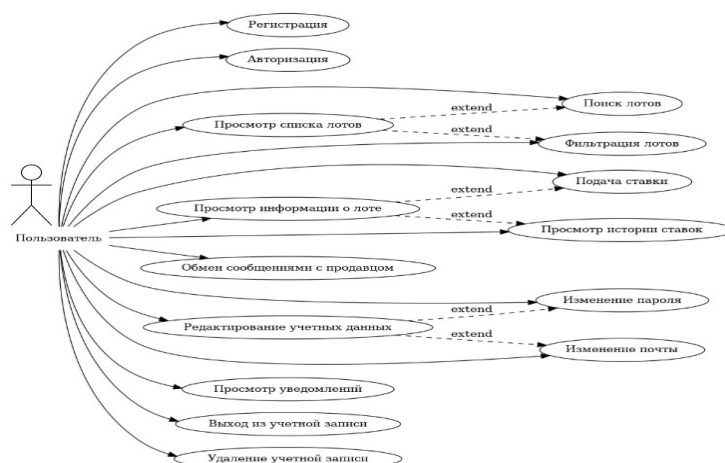


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

На рисунке 2 представлены макеты основных страниц веб-сервиса

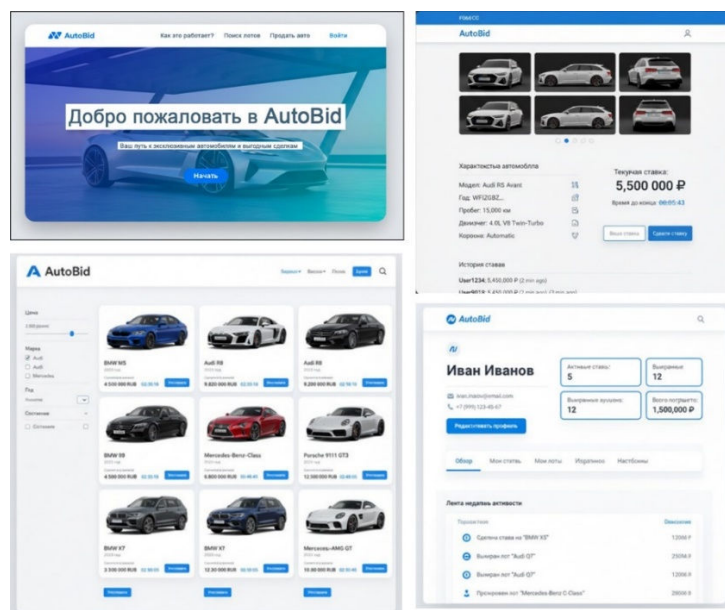


Рисунок 2 – Макеты основных страниц приложения

Закключение. Таким образом, был разработан веб-сервис для автоматизации работы аукциона для купли-продажи автомобилей из-за рубежа. При разработке использованы современные технологии и подходы к проектированию веб-приложений. Все функциональные задачи, поставленные перед системой, реализованы в полном объеме. Результаты эргономической оценки подтверждают соответствие пользовательского интерфейса установленным требованиям к удобству и эффективности взаимодействия.

Список литературы

1. Цифровая трансформация экономики: пособие / под ред. М. Н. Ковалева. – Минск: БГУИР, 2021. – 234 с.
2. Гвоздева, Т. В. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / Т. В. Гвоздева, Б. А. Баллод – Ростов н/Д. : Феникс, 2009. – 508 с.
3. React: официальная документация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://react.dev/>. – Дата доступа 04.03.2026.
4. Хольцнер, С. Node.js Руководство по разработке полноценных веб-приложений / С. Хольцнер. – М.: Питер, 2023. – 352 с.
5. Лаврентиинова, Т. В. Проектирование и эргономика пользовательских интерфейсов: учебно-методическое пособие / Т. В. Лаврентиинова. – Минск: БГУИР, 2021. – 102 с.

UDC 004:339.1+629.33

WEB-SERVICE FOR AUTOMATION OF AUCTION OPERATIONS FOR THE PURCHASE AND SALE OF CARS FROM ABROAD

Borisov. N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A. V. – Master of Sci., assistant of the EPE Department

Annotation. The aim of this work is to develop a web service to automate the buying and selling of cars at international auctions. This work addresses the aggregation of data from various auction platforms, automatic updating of information on current auctions, and the development of algorithms for calculating the total purchase price of a car. The resulting web service ensures transparency of the purchasing process and reduces the user's time spent searching and analyzing offers.

Keywords: web service, auction, buying and selling

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИЧНОСТНОГО РОСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИК ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Бужинский И.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр техн. наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Низкая эффективность личностного саморазвития часто обусловлена использованием разрозненных инструментов планирования и сопутствующей когнитивной перегрузкой пользователей. Предложена архитектура веб-приложения, интегрирующего техники тайм-драйва в единую цифровую экосистему. Описаны механизмы интеллектуального подбора приоритетов, система геймифицированной мотивации и эргономические подходы к адаптации интерфейса под уровень цифровой грамотности. Внедрение такой платформы позволяет создать структурированную среду для достижения долгосрочных целей и минимизировать барьеры в освоении методик тайм-менеджмента.

Ключевые слова: личностный рост, тайм-менеджмент, эргономика интерфейса, матрица Эйзенхауэра, продуктивность, геймификация.

Введение. В современных условиях избытка информации люди часто сталкиваются с трудностями при переходе от постановки целей к их реализации [1]. Основными причинами являются отсутствие системности, неумение расставлять приоритеты и быстрая потеря мотивации. Существующие решения часто либо слишком просты (списки дел), либо избыточно сложны, что создает высокий порог входа. Попытки использовать универсальные планировщики не решают проблему специфики личностного роста, где важна не только фиксация задачи, но и её связь с глобальными целями и психофизиологическим ритмом пользователя.

Целью настоящей работы является разработка веб-приложения, выступающего в роли персонализированного коуча, который структурирует процесс самосовершенствования на основе научно обоснованных техник тайм-менеджмента и обеспечивает высокий уровень эргономического комфорта.

Основная часть. Предлагаемая система преобразует хаотичный процесс планирования в управляемую базу данных (state) личных достижений. В отличие от стандартных органайзеров, приложение внедряет «интеллектуальный слой», который анализирует задачи и предлагает оптимальный порядок их выполнения, опираясь на алгоритмы тайм-драйва [2].

Для обеспечения информационной безопасности и поэтапного вовлечения пользователей в работу с системой, архитектура веб-приложения базируется на модели ролевого управления доступом (RBAC). Разделение прав позволяет минимизировать когнитивную нагрузку на новых посетителей и обеспечить надежное администрирование платформы.

Архитектура приложения включает три уровня доступа пользователей (таблица 1):

Таблица 1 – Уровни доступа пользователей

Уровень	Наименование	Верификация	Основные права
0	Гость	Не требуется	Просмотр обучающих материалов, изучение описаний техник тайм-менеджмента, ознакомление с возможностями системы
1	Пользователь	Электронная почта, пароль	Создание и управление задачами, использование техник тайм-менеджмента, отслеживание личного прогресса, настройка профиля
2	Администратор	-	Управление базой данных, модерация контента, генерация общей аналитики, техническая поддержка и обработка обратной связи

Одной из ключевых проблем существующих сервисов является высокий порог входа в

методологии тайм-менеджмента. В разработанном приложении реализован модуль контекстного обучения (Micro-learning). Для пользователей уровня «Гость» и начинающих «Пользователей» предусмотрена база знаний.

1 Интерактивные подсказки: при выборе техники (например, матрицы Эйзенхауэра) система предлагает краткий гайд по распределению задач на «срочные» и «важные».

2 База знаний: раздел содержит верифицированные материалы по техникам тайм-драйв Г. Архангельского, методике GTD Д. Аллена и принципам декомпозиции целей.

3 Адаптивный онбординг: система оценивает действия пользователя и, если замечает перегруз в секторе «Срочно/Важно», предлагает пройти краткий обучающий модуль по делегированию.

Для снижения когнитивной нагрузки при регистрации реализован модуль настройки профиля, где пользователь указывает свои цели и предпочтения. Система автоматически формирует «дорожную карту» развития, предлагая тематические планы (например, «Здоровье» или «Карьера») [3]. Ключевым функциональным элементом является интегрированная панель техник. Каждая задача проходит через фильтры метода SMART и классифицируется по матрице Эйзенхауэра.

Алгоритм интеллектуального подбора учитывает дедлайны и категорию задачи, предотвращая накопление «хвостов» через механизм автоматической актуализации и архивации устаревших данных. Особое внимание уделено функции «Помидоро», которая встроена непосредственно в карточку задачи для обеспечения бесшовного перехода от планирования к исполнению.

Центральным узлом взаимодействия пользователя с системой анализа является интерактивный дашборд. Он спроектирован как инструмент визуального мышления, минимизирующий время на интерпретацию данных.

В приложении реализованы следующие типы визуализации:

1 Диаграмма баланса: наглядно отображает прогресс по различным сферам жизни (здоровье, карьера, саморазвитие). Это позволяет избежать «перекаса» внимания и вовремя заметить стагнацию в важных областях.

2 Тепловая карта продуктивности: показывает часы пиковой активности пользователя на основе закрытых циклов «Помидоро». Это помогает интеллектуальному алгоритму рекомендовать наиболее сложные задачи на периоды высокой концентрации.

3 Трекер привычек с динамической фильтрацией: позволяет отслеживать регулярность выполнения задач, визуализируя «цепочки успеха».

Использование дашбордов реализует принцип «обратной связи в реальном времени», что критически важно для поддержания эргономического комфорта: пользователь видит не список букв, а целостную картину своего развития.

Для решения проблемы потери мотивации в систему внедрена многоуровневая геймификация [4], превращающая рутинное планирование в процесс «прокачки» персонажа.

1 Система начисления очков опыта: баллы начисляются не просто за выполнение задачи, а за использование техник.

2 Механика «Стриков»: мотивирует пользователя не прерывать ежедневную активность. Длительная серия выполненных задач открывает доступ к кастомизации интерфейса (новые темы оформления, иконки).

3 Социальное взаимодействие: реализованы «Доски достижений» и возможность совместных задач. Пользователи могут объединяться в группы для достижения общей цели (например, изучение языка), где дашборд группы отображает вклад каждого участника, стимулируя здоровую конкуренцию [5].

Эргономическое обеспечение включает использование шрифтов семейства Roboto (разной насыщенности от Light до ExtraBold) и адаптивную цветовую схему (Dark/Light темы), что снижает зрительную усталость при длительной работе. Техническая реализация базируется на принципах антиалиасинга и box-sizing моделей, обеспечивая единообразие отображения на различных устройствах.

Безопасность и администрирование обеспечиваются многоуровневой верификацией (email) и разграничением прав доступа. Внутренняя база данных хранит информацию в зашифрованном виде, гарантируя конфиденциальность личных планов. Для непрерывного

улучшения системы предусмотрен модуль обратной связи, позволяющий пользователям отправлять предложения по улучшению UX/UI напрямую разработчикам.

Монетизация реализуется через три основных канала:

1 Премиум-доступ: расширенные аналитические отчеты и эксклюзивные шаблоны планов развития.

2 B2B-сектор: корпоративные лицензии для повышения продуктивности сотрудников («цифровой коучинг»).

3 Партнерские сервисы: интеграция с образовательными платформами и фитнес-приложениями.

Заключение. Разработанная структура веб-приложения позволяет эффективно решать задачи личностного роста за счет интеграции техник тайм-менеджмента в удобную цифровую форму. Разделение пользователей на 3 уровня доступа обеспечивает логичный путь освоения системы – от ознакомления с теорией (Гость) до полнофункционального управления собственной продуктивностью (Пользователь).

Список литературы

1. Arkhangelsky, G. A. *Time Drive: How to Manage to Live and Work*. – Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2024. – 272 p.
2. Covey, S. R. *The 7 Habits of Highly Effective People: Powerful Lessons in Personal Change*. – Moscow: Alpina Publisher, 2023. – 396 p.
3. Norman, D. *The Design of Everyday Things*. – Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2018. – 384 p.
4. Werbach, K., Hunter, D. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. – Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012. – 148 p.
5. Nielsen, J., Loranger, H. *Prioritizing Web Usability*. – Moscow: Williams, 2009. – 368 p.
6. Allen, D. *Getting Things Done: The Art of Stress-Free Productivity*. – Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2022. – 352 p.

UDC [004.774+379.8]:331.101.1-047.74

WEB APPLICATION FOR EFFECTIVE RESOLUTION OF PERSONAL GROWTH TASKS USING TIME MANAGEMENT TECHNIQUES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Buzhinsky I.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

N.V. Tsyavlovskaya, M.Sc. (Eng.), Senior Lecturer, Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The problem of low efficiency in personal self-development due to the use of fragmented planning tools and user cognitive overload is widespread. This paper proposes the architecture of a web application that integrates «Time-Drive» techniques into a single digital ecosystem. It describes mechanisms for intelligent priority selection, a gamified motivation system, and ergonomic approaches to adapting the interface to the user's level of digital literacy. It is substantiated that the implementation of such a platform allows for the creation of a structured environment for achieving long-term goals and minimizes barriers to mastering time management methodologies.

Keywords: personal growth, time management, time-drive, interface ergonomics, Eisenhower Matrix, productivity, gamification.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЕБ-РЕСУРСА ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ДЛЯ САЙТА GREENCROSS.BY

Фролов М.А., Говор Г.Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе проведён анализ сайта общественной организации greencross.by, выявлены ключевые проблемы юзабилити и технической реализации, разработано исходное техническое задание и его согласованная с заказчиком версия. Результат – готовый к реализации проект современного, адаптивного и функционального веб-ресурса, ориентированного на прозрачность, удобство и эффективное взаимодействие с аудиторией.

Ключевые слова: сайт, анализ, экология, адаптивность, благотворительность, WordPress, дизайн, юзабилити, навигация, контент

Введение. В рамках данной работы проведён комплексный анализ сайта общественной организации «Белорусский зелёный крест» (<https://www.greencross.by/>), выявлены критические и второстепенные недостатки, затрудняющие взаимодействие пользователей с ресурсом. На основе полученных данных разработано техническое задание на модернизацию сайта, которое впоследствии было согласовано и скорректировано совместно с заказчиком. Целью исследования являлось не только документирование существующих проблем, но и выработка чёткого, структурированного и реализуемого плана действий по созданию современного, функционального и доступного веб-ресурса.

Вся детальная информация – включая полный аналитический отчёт, первоначальный вариант технического задания и его согласованную с заказчиком редакцию – приведена в приложениях к настоящей работе.

Диагностика текущего состояния сайта. Анализ проблем сайта greencross.by проводился в период с 10 по 13 октября 2025 года. В результате были выявлены как критические, так и второстепенные недостатки, которые в совокупности формируют негативное впечатление у посетителя и снижают эффективность сайта как инструмента коммуникации.

Критической проблемой стала неэффективная система пожертвований. Пользователю предлагается выбрать одну из четырёх фиксированных сумм (10, 20, 50 или 100 BYN), при этом отсутствует возможность ввода произвольной суммы и оформления регулярных (ежемесячных) взносов. Учитывая, что сбор средств – одна из ключевых функций сайта, такая ограниченность напрямую снижает конверсию и препятствует гибкому взаимодействию с благотворителями.

Помимо этого, были зафиксированы следующие недостатки: устаревший визуальный стиль главной страницы с низкосортными изображениями и примитивными эффектами, хаотичное расположение информации в разделе «О нас», неструктурированный футер, дублирование пунктов фильтров в галерее (например, «Экология» и «ecology»), а также несогласованность брендинга между русскоязычной и англоязычной версиями сайта. Все эти факторы в совокупности формируют не очень приятное первое впечатление о сайте, что впоследствии может повлиять на пожертвования.

Наиболее серьёзной проблемой признано полное отсутствие адаптивного дизайна. Сайт не приспособлен для просмотра на мобильных устройствах: текст отображается в мелком кегле, кликабельные элементы имеют недостаточный размер для касаний, а навигационное меню не трансформируется под мобильный формат. Это приводит к невозможности комфортного использования ресурса значительной частью аудитории, что противоречит базовым принципам современной веб-разработки. На рисунке 1 предоставлен скриншот.



Рисунок 1 – Отображения сайта на мобильных устройствах

Разработка технического задания [1]. На основе результатов диагностики составлено техническое задание, в котором детально описаны все аспекты будущего сайта. Документ включает:

1 Карту сайта, предусматривающую логически выстроенные разделы: «Главная», «О нас» (с подразделами), «Новости» (с тематическими категориями), «Проекты», «Ресурсы», «Поддержать» и «Контакты».

2 Перечень изменений, напрямую коррелирующий с выявленными проблемами: реализация адаптивного дизайна, создание гибкой формы пожертвований с полем «Другая сумма» и опцией регулярных платежей, унификация брендинга, структурирование контента в виде карточек.

3 Технические требования: использование платформы WordPress, настройка автоматических резервных копий, реализация ролевой модели, настройка SMTP для отправки писем, обеспечение базовой SEO-оптимизации и безопасности.

4 Детализацию наполнения каждой страницы, включая структуру карточек проектов, формат отчётов и требования к галерее.

5 Конкретные визуальные требования: цветовая палитра (#7FBF7F, #7FBFE0, #333333), типографика (без засечек, размер от 16 px), пропорции изображений (16:9), трёхколоночный футер на тёмном фоне.

ТЗ представляет собой логически завершённый и реализуемый план, нацеленный на устранение всех выявленных недостатков и создание современного, удобного и прозрачного веб-ресурса.

Согласование и корректировка технического задания с заказчиком. После представления

исходного ТЗ заказчику последовал этап обсуждения и уточнения. В результате совместной работы документ был скорректирован с учётом стратегических приоритетов и операционных особенностей организации. Наиболее значимые изменения коснулись следующих аспектов:

1 Навигационная структура: порядок пунктов основного меню был изменён на следующий: «Новости» → «О нас» → «Проекты» → «Ресурсы» → «Поддержать» → «Контакты». Это отражает акцент организации на информационной и просветительской деятельности.

2 Функционал пожертвований: вместо единой формы с опцией выбора типа платежа предложено использовать две отдельные, крупные кнопки: «Пожертвовать разово» и «Подписаться ежемесячно», сопровождаемые числовым полем ввода суммы. Такой подход повышает ясность и снижает когнитивную нагрузку на пользователя.

3 Структура футера: он должен быть реализован в виде сетки карточек (div-блоков) и включать не только стандартные элементы (соцсети, контакты, правовая информация), но и указание экстренного контакта для оперативной связи – важное требование для организации, работающей в социальной сфере.

4 Архитектура контента: все элементы сайта (кроме специализированных виджетов) должны быть реализованы как независимые, переиспользуемые карточки с единой CSS-сеткой. Это упрощает дальнейшую поддержку и масштабирование ресурса.

5 Интеграция с ЕРИП: в ходе обсуждения было подчёркнуто, что система пожертвований должна учитывать особенности взаимодействия с национальной системой расчётов.

Эти коррективы, внесённые на основе диалога с заказчиком, значительно повысили практическую ценность и точность технического задания, сделав его не просто теоретическим документом, а рабочим инструментом для команды разработчиков.

Список литературы

1. Как создать техническое задание проекта [Электронный ресурс] // Практикум от Yandex. – 2025. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/kak-sostavit-tehnicheskoe-zadanie/> (дата обращения: 01.01.2026).

UDC 628.46

IMPROVING A PUBLIC ORGANIZATION'S WEBSITE: ANALYZING PROBLEMS AND DEVELOPING TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR THE GREENCROSS.BY WEBSITE

Frolov M.A., Govor G.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Senior Lecturer of the Department of EPE, Master of Engineering Sciences

Annotation. The project analyzed the website of the public organization greencross.by, identified key usability and technical implementation issues, and developed initial technical specifications and a version approved by the client. The result is a ready-to-implement project for a modern, responsive, and functional web resource focused on transparency, convenience, and effective engagement with the audience.

Keywords: website, analysis, task, adaptability, charity, WordPress, design, usability, navigation, content

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ОБМЕНА И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К КОРПОРАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

Гичан А.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка системы безопасного обмена и управления доступом к корпоративным документам с использованием современных криптографических методов. Целью является обеспечение конфиденциальности, целостности и подлинности информации при хранении и передаче файлов. Особое внимание уделяется ролевой модели доступа, контролю версий и аудиту действий пользователей.

Ключевые слова: безопасный обмен, управление доступом, криптография, ролевая модель, контроль версий, аудит действий, *Django*, *Next.js*, *PostgreSQL*, *AES*, *RSA*

Введение. Задача обеспечения безопасного хранения и обмена файлами возникла с появлением Интернета. Основное внимание уделяется защите данных при хранении на сервере с помощью шифрования, разграничения доступа и физической защиты. Безопасность передачи файлов обычно обеспечивается протоколом *HTTPS*, объединяющим *HTTP* и *SSL/TLS*. Протокол предполагает обязательную аутентификацию сервера, тогда как аутентификация клиента осуществляется по имени и паролю. Надежность такой аутентификации определяется длиной, сложностью и сменой паролей. Примерами средств обмена данными являются облачные хранилища, мессенджеры и электронная почта [1].

Однако эти средства не всегда обеспечивают необходимый уровень безопасности и удобства. Возможны ограничения по типу и размеру файлов, а также по объему хранилища. Использование ссылок повышает риск утечки информации, а ошибки пользователей могут привести к несанкционированному доступу. Кроме того, защита реализуется преимущественно на этапе передачи данных, тогда как безопасность хранения может быть недостаточной. Таким образом, возникает необходимость разработки специализированных систем, обеспечивающих конфиденциальность, целостность и подлинность информации.

Основная часть. В основе безопасного хранения и обмена файлами в сети Интернет лежат методы современной криптографии. В зависимости от задач и условий работы различают симметричные, асимметричные и комбинированные криптосистемы шифрования.

В симметричных криптосистемах используется один секретный ключ для шифрования и расшифрования. Данные криптосистемы характеризуются высокой скоростью шифрования и обеспечивают конфиденциальность, подлинность и целостность данных. Целостность достигается присоединением к данным специального кода (имитовставки). Асимметричные системы используют пару ключей: открытый для шифрования и секретный для расшифрования. Отправитель зашифровывает сообщение открытым ключом получателя, а расшифровать его может только владелец секретного ключа. Преимуществами таких систем являются решение проблемы распределения ключей и возможность взаимодействия не доверяющих сторон. К недостаткам относятся более низкая скорость работы и необходимость защиты открытых ключей от подмены.

Комбинированный подход сочетает преимущества обеих криптосистем. Симметричный алгоритм шифрует исходный текст, а асимметричный – сеансовый ключ. Отправитель шифрует сообщение симметрично, затем зашифровывает сеансовый ключ открытым ключом получателя, который расшифровывает его своим секретным ключом и затем расшифровывает сообщение [2]. В разработанной системе был выбран именно комбинированный подход, объединяющий высокую скорость симметричного шифрования и безопасность передачи ключей. Для реализации такого подхода были выбраны алгоритмы *AES* и *RSA*. *AES* используется для симметричного шифрования, *RSA* для асимметричного.

Алгоритм *AES* представляет блок данных в виде двумерного байтового массива и

выполняет несколько раундов преобразований: *ByteSub*, *ShiftRow*, *MixColumn* и *AddRoundKey*. Расшифрование выполняется обратными операциями. *AES* обеспечивает высокую скорость шифрования и минимальные требования к ресурсам. Алгоритм *RSA* основан на сложности факторизации больших чисел и использует пару ключей: открытый и секретный. Алгоритм эффективен для небольших сообщений, но значительно медленнее симметричных систем [2].

Для реализации системы была выбрана клиент-серверная архитектура. Серверная часть разработана с использованием *Django*, что позволило реализовать *API*, управление пользователями и хранение метаданных документов. Для хранения информации о документах, пользователях и ключах используется *PostgreSQL*, обеспечивающая надежность и поддержку сложных запросов. На рисунке 1 представлена структурная схема разработанной системы.

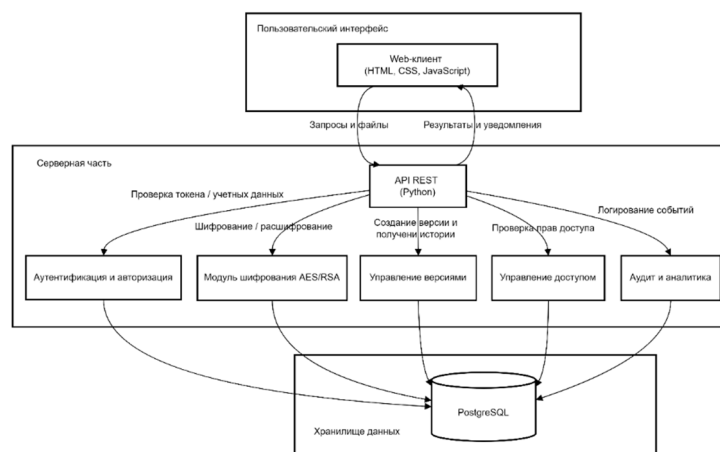


Рисунок 1 – Структурная схема системы обеспечения безопасного обмена и управления доступом к корпоративным документам

Для обеспечения надежности работы с документами реализован механизм контроля версий, дополняющий криптографическую защиту и позволяющий сохранять историю изменений, возвращаться к предыдущим версиям и определять автора изменений. Системы контроля версий широко используются в разработке программного обеспечения, а также при работе с большим количеством изменяющихся электронных документов [3].

При проектировании системы также необходимо было определить модель разграничения прав пользователей. Среди моделей политики безопасности традиционно выделяют дискреционную и мандатную. Дискреционная модель предполагает управление доступом субъектов к объектам через матрицу прав, а мандатная основана на присвоении субъектам и объектам классификационных меток, определяющих правила доступа. Однако существует также и ролевая модель, которая сочетает элементы обеих моделей и предполагает управление доступом через назначение ролей пользователям и соответствующих им прав [4]. В разработанной системе реализована ролевая модель, обеспечивающая централизованное администрирование прав и эффективное управление доступом к документам.

Для повышения безопасности в системе реализован механизм аудита действий пользователей. Все операции с документами и события фиксируются в журнале аудита, на основе которого формируется профиль. Он сравнивается с шаблоном нормального поведения, что позволяет выявлять аномалии и несанкционированные действия пользователей [5].

Клиентская часть системы реализована на основе *Next.js* и обеспечивает современный пользовательский интерфейс, удобный доступ к документам, их версиям и журналу аудита. Для визуализации работы с документами и результатами аудита предусмотрены динамические элементы и таблицы для наглядного представления информации. Интерфейс страницы управления документами представлен на рисунке 2.

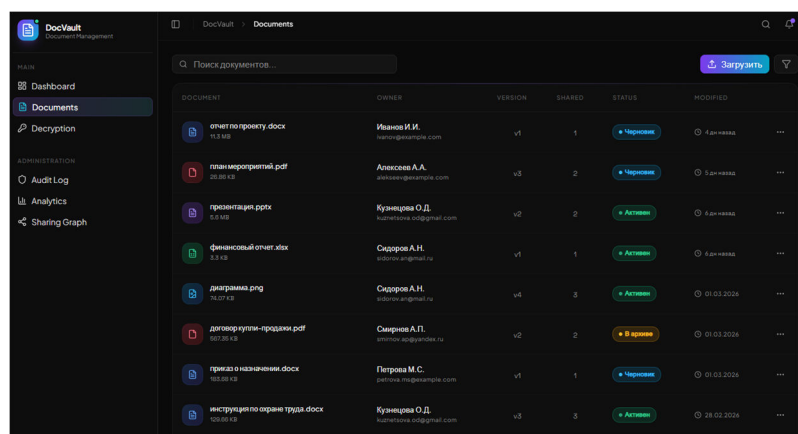


Рисунок 2 – Пользовательский интерфейс страницы управления документами

Взаимодействие клиента и сервера осуществляется через *REST API*, что позволяет фронтенду отправлять зашифрованные файлы, получать сеансовые ключи и актуальные версии документов, а также выполнять проверку прав доступа. Такой подход обеспечивает гибкость системы, масштабируемость и возможность интеграции с внешними сервисами.

Заключение. Разработанная система демонстрирует возможность интеграции современных криптографических методов с механизмами управления доступом и анализа активности пользователей. Применение комбинированного шифрования *AES* и *RSA* позволило объединить высокую скорость обработки данных с безопасной передачей ключей. Клиент-серверная архитектура обеспечивает гибкость взаимодействия пользовательского интерфейса и модуля обработки данных, а также централизованное хранение документов и управления их версиями. Ролевая модель доступа и аудит формируют контролируемую среду, позволяющую отслеживать действия пользователей. Таким образом, предложенный подход показывает эффективность сочетания криптографии, контроля версий и анализа активности при создании систем безопасного обмена документами в корпоративной среде.

Список литературы

1. Хорев П.Б., Лосев Д.А. Безопасный обмен файлами на основе сетей доверия и сертификатов открытых ключей с помощью разработанного приложения // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 2. С. 230–237.
2. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие / В.Ф. Шаньгин. – Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. – 416 с.
3. Васильева М.А. Система контроля версий. Основы командной разработки: учебное пособие / М.А. Васильева, К.М. Филиппенко. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 144 с.
4. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / В.П. Мельников, С.А. Клейменов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 336 с.
5. Браницкий А.А., Котенко И.В. Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак.

UDC 004.056.53

SYSTEM FOR SECURE EXCHANGE AND ACCESS MANAGEMENT TO CORPORATE DOCUMENTS

Gichan A.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – senior lecturer at the department of EPE

Annotation. This paper examines the development of a system for secure exchange and access management of corporate documents using modern cryptographic methods. The goal is to ensure the confidentiality, integrity, and authenticity of information during file storage and transmission. Particular attention is paid to the role-based access model, version control, and user activity auditing.

Keywords: secure exchange, access control, cryptography, role-based model, version control, action auditing, Django, Next.js, PostgreSQL, AES, RSA

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАДЖЕТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Канунникова В.В., Майданюк А.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Карпович Е. Б. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Проведено эмпирическое исследование влияния использования гаджетов на эффективность учебной деятельности студентов. Определены типичные для респондентов паттерны взаимодействия с гаджетами. Представлены результаты корреляционного анализа, характеризующие влияние использования гаджетов на концентрацию внимания в процессе учебной деятельности студентов. Выявлено, что ключевым фактором снижения концентрации внимания, является не время использования, а определенная зависимость от устройства. Подчеркивается значимость развития у учащихся навыков саморегуляции и осознанной цифровой гигиены.

Ключевые слова: концентрация внимания, паттерны взаимодействия с гаджетами, самоконтроль, учебная деятельность студентов.

Введение. Цифровые технологии определяют в значительной степени способы коммуникации, досуга и, что наиболее важно для данного исследования, образовательного процесса. Студенты высших учебных заведений являются активными пользователями мобильных устройств. Их активное использование в образовательном процессе создает парадоксальную ситуацию, так как гаджеты являются инструментом для поиска знаний, при этом выступают мощным фактором отвлечения, снижая эффективность учебной деятельности [1, 2].

В исследовании анализируется влияние цифровых устройств на учебную деятельность студентов. Цель работы – определить влияние использования мобильных устройств на уровень критического восприятия информации [3], концентрацию внимания. Изучены как субъективные оценки учащихся, так и объективные взаимосвязи между временем использования смартфона и эффективностью. В результате проведенного исследования выявлено влияние на эффективность учебной деятельности студентов, связанную с концентрацией и способностью к самоконтролю.

Основная часть. Для изучения влияния цифровых устройств на образовательный процесс был проведен опрос среди студентов белорусских высших учебных заведений. Разработана анкета, включающая пять содержательных блоков. Первый блок – информация о респондентах: пол, возраст и курс обучения. Второй блок опросника позволил выявить паттерны взаимодействия с устройством, а именно общее время и типичные ситуации использования, а также основные причины обращения студентов к смартфону. Третий блок, «Самоконтроль и цифровые привычки», был направлен на диагностику поведенческих стратегий. Респондентам предлагалось оценить по 5-балльной шкале Лайкерта, насколько у них сформированы правила использования смартфона, присутствует ли привычка отключать уведомления, насколько часто использование носит автоматический характер и возникает ли трудность при необходимости работать без телефона. Блок «Влияние смартфона на учебу», был реализован также с использованием шкалы Лайкерта и позволил получить субъективные оценки респондентов степени отвлечения на гаджет во время занятий, сложность с сосредоточением при его наличии, а также частоты обращения к специальным инструментам самоограничения, таким как блокировщики и таймеры. Пятый блок – «Учебная продуктивность», направлен на самооценку собственной концентрации внимания и общую оценку субъективного влияния смартфона на учебную деятельность.

Выборка составила 100 человек, студентов 2–4 курсов.

Для обработки данных были использованы методы описательной статистики, а именно среднее значение, медиана, стандартное отклонение, а также корреляционный анализ

62-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов

Спирмена для выявления взаимосвязей между исследуемыми параметрами.

Анализа результатов опросника свидетельствует о высокой степени интеграции гаджетов в повседневную деятельность студентов. Так, 64% респондентов используют мобильные устройства от 4 часов до 8 часов ежедневно, при этом лишь 3% опрошенных используют мобильные устройства менее 2 часов в день. В вечернее время наблюдается наибольшая активность использования телефонов, она составляет приблизительно 84%. Это может быть связано с завершением учебной деятельности и наличием свободного времени у студентов.

Наиболее популярными видами активности при использовании смартфона являлись социальные сети – 35%, общение (мессенджеры, звонки) – 30%) и развлечения (видео, фильмы, игры) – 14%. Из этого можно сделать вывод, что большая часть времени уходит не на учебные задачи, а на коммуникацию и развлечения респондентов.

Для описания полученных данных были использованы среднее значение, медиана и стандартное отклонение, поскольку именно эти показатели позволяют наиболее полно охарактеризовать распределение ответов студентов по шкале Лайкерта (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Средние показатели цифровых привычек и влияния на учебу

Показатель	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение
Собственные правила использования	2,72	3	1,22
Отключение уведомлений	3,08	3	1,49
Использование телефона автоматически	3,14	3	1,30
Трудность отказаться во время работы	2,77	3	1,35
Отвлечение уведомлениями	2,56	2	1,30
Трудность отложить телефон	2,58	2	1,38
Просмотр соцсетей при работе	2,85	3	1,20

Средние значения по шкале Лайкерта (от 2,2 до 2,8) показывают, что студенты испытывают умеренные трудности с концентрацией, а именно их отвлекают уведомления, а телефон сложно отложить, что заметно влияет на учёбу. При этом показатели автоматического использования и просмотра соцсетей во время занятий выше среднего – студенты часто тянутся к телефону без осознанной необходимости в развлекательных целях.

Стандартные отклонения (1,2–1,5) указывают на значительное разнообразие привычек. 40% студентов дисциплинирована: они ограничивают использование, отключают уведомления и соблюдают правила. Оставшиеся 60% регулярно отвлекаются, действуют автоматически и с трудом концентрируются. Это подтверждает, что влияние смартфона на эффективность индивидуально и зависит от уровня самоконтроля.

Для выявления статистических взаимосвязей между временем использования смартфона и поведенческими характеристиками, такими как концентрация, сосредоточенность и самоконтроль, был проведен корреляционный анализ Спирмена, позволяющий определить наличие связи между переменными и степень ее выраженности [5]. Анализ позволил выделить три наиболее выраженные зависимости, имеющие наибольшие абсолютные значения коэффициента ρ (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа Спирмена

Пара переменных	ρ (коэфф. Спирмена)	Интерпретация силы и направления связи	Значение для студентов
Трудность отложить телефон – концентрация внимания	-0,56	умеренная/сильная отрицательная	Зависимость от смартфона значительно снижает концентрацию и эффективность.

Продолжение таблицы 2

Пара переменных	ρ (коэфф. Спирмена)	Интерпретация силы и направления связи	Значение для студентов
Время использования гаджетов – трудность отложить телефон	0,39	умеренная положительная	Активное использование смартфона связано с формированием привычки, труднее удержаться от использования.
Время использования гаджетов – периодические проверки телефона	0,37	умеренная положительная	Чем больше времени, тем труднее удержаться от привычки постоянно проверять телефон.

Наиболее сильная связь выявлена между трудностью отказа от смартфона и уровнем концентрации ($\rho = -0,56$). Это позволяет утверждать, что именно сформированная зависимость от мобильных устройств оказывает решающее влияние на снижение учебной эффективности. Установлены также две умеренные связи: чем больше времени студент проводит со смартфоном, тем труднее ему отложить его во время работы ($\rho = 0,39$) и тем чаще он испытывает потребность в его периодических проверках ($\rho = 0,37$).

Заключение. Проведенное исследование выявило противоречие в цифровом поведении студентов. С одной стороны, они осознают негативное влияние гаджетов, а именно способствуют отвлечению внимания и сложности с концентрацией, но с другой – демонстрируют слабый поведенческий контроль. Хотя большинство опрошенных проводит с гаджетами от 4 до 8 часов ежедневно, используя их в основном для общения и развлечений, именно автоматическое, неосознанное обращение к телефону, а не само по себе время использования, становится ключевым фактором снижения учебной эффективности.

Наиболее сильная обратная связь была зафиксирована между трудностью отложить телефон и уровнем концентрации ($\rho = -0,56$): чем сильнее зависимость от гаджета, тем ниже способность сосредоточиться на учебе. При этом формальные меры самоконтроля оказались малоэффективны, что говорит о необходимости смещения фокуса с внешних ограничений на развитие у студентов осознанной цифровой гигиены и навыков саморегуляции.

Список литературы

1. Анализ влияния гаджетов на студентов: благоприятные и негативные аспекты [Электронный ресурс]. – <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-gadzhetrov-na-studentov-blagopriyatnye-i-negativnye-aspekty/viewer>.
2. The impact of electronic gadgets on the academic achievements of university students [Электронный ресурс]. – <https://jmhORIZONS.com/index.php/journal/article/view/346>.
3. Критическое мышление: что это, в чем суть, когда и кому оно пригодится [Электронный ресурс]. – <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-kriticheskoe-myshlenie/>.
4. Likert Scale: оценка мнений респондентов [Электронный ресурс]. – <https://webask.io/glossary/likert-scale>
5. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена [Электронный ресурс]. – <https://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman/>

UDC 004.382.76:37.091.212.5-052

THE IMPACT OF USING GADGETS ON THE EFFECTIVENESS OF STUDENTS' LEARNING ACTIVITIES

Kanunnikava V.V., Maidaniuk A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E. B. – senior lecturer at the department of EPE

Annotation. An empirical study of the impact of the use of gadgets on the effectiveness of students' learning activities has been conducted. The patterns of interaction with gadgets typical for the respondents have been identified. The results of the correlation analysis are presented, characterizing the influence of the use of gadgets on the concentration of attention in the process of students' learning activities. It has been revealed that the key factor in reducing concentration is not the time of use, but a certain dependence on the device. The importance of developing students' self-regulation skills and conscious digital hygiene is emphasized.

Keywords: concentration of attention, patterns of interaction with gadgets, self-control, students' learning activities.

ДЕСКТОПНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА И АНАЛИЗА РАБОТЫ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Лукашевич А.Д., Тукайло М.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель -Телеш И.А. – к.г.н, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано программное обеспечение для оценки пожарной безопасности помещения на основе моделирования распространения опасных факторов пожара и расчета времени срабатывания пожарных извещателей.

Ключевые слова: пожарная безопасность, тепловой извещатель, дымовой извещатель, десктопное приложение, C++, фреймворк Qt.

Введение. Современные требования пожарной безопасности предполагают применение обоснованных расчетных методов при проектировании систем пожарной сигнализации, [1]. Для повышения точности проектирования необходимо использовать инструменты, позволяющие моделировать распространение опасных факторов пожара и прогнозировать их динамику на основе физических закономерностей, что подробно рассматривается в современных методиках аналитического моделирования пожара [2].

В связи с этим разработано десктопное приложение, включающее математические модели распространения дыма и теплового потока на основе формулы общего времени срабатывания извещателей, алгоритмы сравнения расчётных значений с нормативными требованиями, проверки правильности размещения извещателей и автоматической оптимизации их расположения.

Интеграция этих алгоритмов с удобным графическим интерфейсом обеспечивает объективную оценку пожарной безопасности помещения, снижает риск инженерных ошибок и повышает практическую ценность разработанного программного обеспечения.

Основная часть. Для расчета времени срабатывания пожарных извещателей на основе физических факторов, определяющих распространение опасных явлений пожара – скорости движения дыма и теплового потока выведена формула с учетом параметров извещателей (тип – дымовой или тепловой, время задержки срабатывания) и позволяют математически описать процесс обнаружения возгорания системой пожарной сигнализации.

Общее время срабатывания системы пожарной сигнализации определяется суммой временных компонентов [1]:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{распр}} + T_{\text{изв}} + T_{\text{обр}} \quad (1)$$

где:

$T_{\text{распр}}$ – время распространения опасных факторов пожара (дыма или теплового потока) от очага горения до извещателя,

$T_{\text{изв}}$ – время срабатывания чувствительного элемента извещателя,

$T_{\text{обр}}$ – время обработки и передачи сигнала приемно-контрольной аппаратуре и системе оповещения.

Функциональные возможности десктопного приложения позволяют выполнить:

1 Расчет времени срабатывания пожарной сигнализации (включая определение времени достижения дымом пожарных извещателей; расчет времени прогрева воздуха до температуры срабатывания извещателя; расчет времени срабатывания тепловых и дымовых извещателей; оценка времени обнаружения пожара системой на основе расчётных данных и сравнение его с нормативными требованиями).

2 Расчет необходимого количества извещателей для помещения (включая проверку

правильности расположения пожарных извещателей; контроль соблюдения нормативных расстояний с помощью расчета времени срабатывания извещателя и сравнение его с нормативным; анализ полноты охвата помещения зонами контроля).

3 Моделирование различных сценариев возникновения пожарной опасности помещения: (включая анализ эффективности разработанной системы при разных местах возгорания, а также оценку влияния изменения параметров помещения).

Для разработки программы выбран язык программирования C++. Его объектно-ориентированный подход позволяет инкапсулировать данные в классы, обеспечивая четкую структуризацию кода и безопасность данных. Для создания графического интерфейса пользователя применяется фреймворк Qt, который включает обширную библиотеку виджетов, инструменты и механизмы для организации взаимодействия между компонентами десктопного приложения.

Основные диалоговые окна десктопного приложения для оценки пожарной безопасности помещения представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Диалоговые окна десктопного приложения для оценки пожарной безопасности помещения:
а) Диалоговое окно ввода параметров помещения, б) Диалоговое окно ввода дополнительных параметров

На рисунке 2 представлены диалоговые окна анализа результатов, отражающие итоговые данные вычислений, текстовые пояснения и графическую визуализацию, что делает анализ состояния пожарной безопасности наглядным и удобным для пользователя.

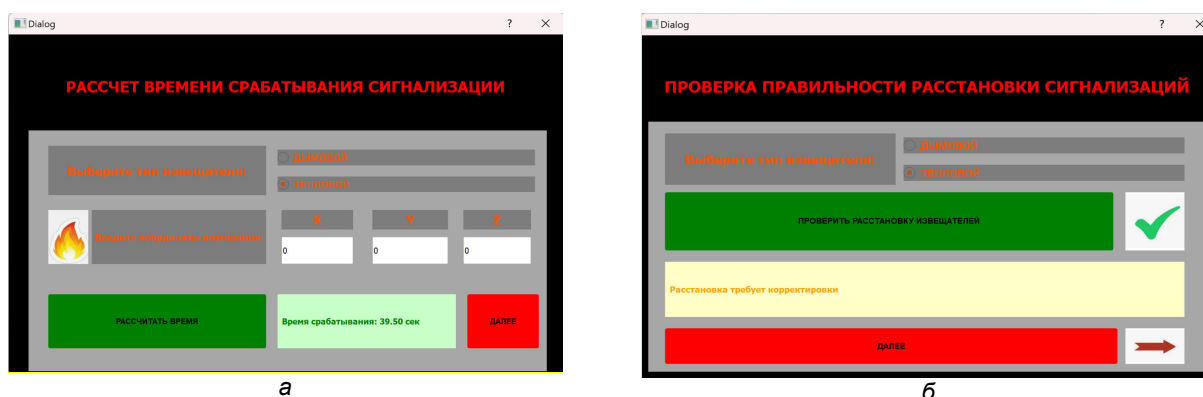


Рисунок 2 – Диалоговые окна анализа результатов расположения системы сигнализации: а) Диалоговое окно результатов расчета времени срабатывания сигнализации, б) Диалоговое окно результатов расстановки сигнализации

В десктопном приложении приведены следующие модели данных: Класс Извещатель и Класс Помещение, которые показаны на рисунке 3. Класс Извещатель включает в себя поля: x, y, z. Они служат для описания местонахождения извещателя в помещении. Класс Помещение представляет собой геометрические и физические параметры помещения. Его поля представляют собой длину, ширину и высоту комнаты, а также материал.

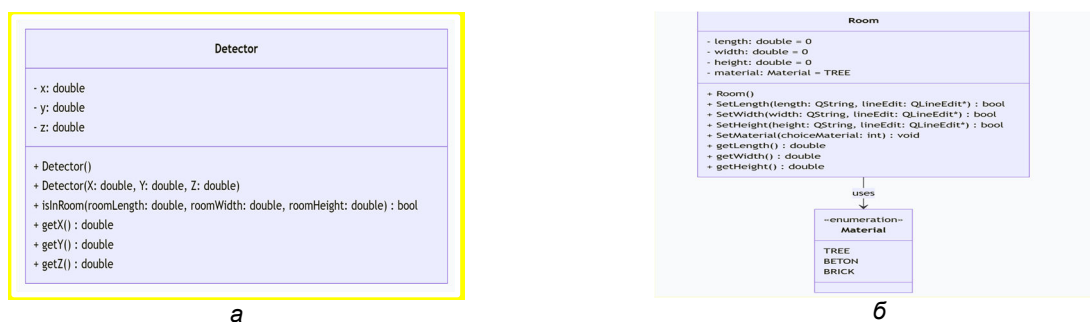


Рисунок 3 – Модели данных десктопного приложения - Класс Извещатель и Класс Помещение: а) Класс Извещатель, б) Класс Помещение

В десктопном приложении приведены расчетные модули, среди которых калькулятор расчета требуемых параметров, модуль проверки нормативных требований и модуль визуализации.

При этом калькулятор времени срабатывания реализует алгоритмы расчета времени обнаружения пожара и учитывает параметры самих извещателей и характеристики приемно-контрольной аппаратуры, а также параметры помещения. Весь расчет происходит с помощью формулы $T_{\text{ср}} = T_{\text{распр}} + T_{\text{изв}} + T_{\text{обр}}$, а также с учетом типа и количества извещателей.

1 Модуль проверки нормативных требований содержит базу актуальных нормативных документов по пожарной безопасности и автоматически проверяет полученные результаты расчета на соответствие установленным нормативам.

2 Модуль визуализации подготавливает данные для графического представления.

Заключение. Разработано десктопное приложение для оценки пожарной безопасности помещения на основе математического моделирования распространения опасных факторов пожара и анализа работы пожарных извещателей. В систему интегрированы модели расчёта общего времени срабатывания пожарной сигнализации, алгоритмы вычисления времени срабатывания тепловых и дымовых извещателей с учётом параметров помещения и оборудования, а также механизм проверки соответствия установленным нормативам. Реализована система анализа корректности размещения извещателей, включающая выявление нарушений и автоматическую оптимизацию их расположения. Спроектирован удобный графический интерфейс, обеспечивающий корректный ввод данных и наглядное представление результатов расчётов. Разработанное десктопное приложение позволяет выполнять комплексную оценку эффективности системы пожарной сигнализации.

Список литературы

1. Артемов, Н.С. Пожарная автоматика : учебное пособие / Н.С. Артемов, А.Я. Корольченко. – Минск : Академия МЧС, 2020. – 215 с.
2. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Ю.А. Кошмаров. – Москва : Спецтехника, 2018. – 187 с.

UDC 004.42:625.748.56

DESKTOP APPLICATION FOR ASSESSING THE FIRE SAFETY OF A ROOM BASED ON MODELING FIRE HAZARDS AND ANALYZING THE OPERATION OF FIRE DETECTORS

Lukashevich A.D., Tukaylo M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Cand. of Sci., Associate Professor of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. Software has been developed for assessing the fire safety of premises based on modeling the spread of hazardous fire factors and calculating the response time of fire alarms.

Keywords. fire safety, heat detector, smoke detector, desktop application, C++, Qt framework.

УДК 004.774:614.8

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ФИКСАЦИИ И АНАЛИЗА НАРУШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ

Медведюк А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр технических наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для фиксации и анализа нарушений производственной безопасности на опасных производственных объектах. Система построена по трёхуровневой архитектуре с использованием Spring Boot, PostgreSQL, WebSocket и Thymeleaf. Реализованы модули регистрации нарушений с категоризацией по степени тяжести, система экстренного оповещения (SOS), мониторинг местоположения персонала, контроль задач с таймерами безопасности, чек-листы, расчёт рисков и аналитика с экспортом отчётов в Excel и PDF. Предусмотрена ролевая модель доступа. Контейнеризация Docker обеспечивает воспроизводимость и масштабируемость.

Ключевые слова: производственная безопасность, веб-приложение, охрана труда, анализ нарушений, ОПО

Введение. Обеспечение производственной безопасности на опасных производственных объектах (ОПО) является приоритетной задачей охраны труда. Ежегодно в мире фиксируются миллионы несчастных случаев, значительная часть – на предприятиях повышенной опасности [1]. В Республике Беларусь регулирование осуществляется на основании Закона «О промышленной безопасности» [2].

Традиционная фиксация нарушений с использованием бумажных журналов характеризуется низкой оперативностью и сложностью анализа данных [3]. Автоматизация мониторинга позволяет повысить скорость реагирования, прозрачность контроля и качество управленческих решений [4].

Цель работы – разработка веб-приложения для комплексной автоматизации фиксации и анализа нарушений промышленной безопасности на ОПО.

Основная часть. Функциональные требования системы:

- регистрация нарушений с указанием категории, степени тяжести, геолокации и фото;
- управление заявками;
- система SOS;
- контроль задач с таймерами безопасности;
- электронные чек-листы и расчёт рисков;
- аналитика и экспорт отчётов;
- ролевая модель доступа (работник, специалист, администратор).

На рисунке 1 изображена архитектура веб-приложения фиксации и анализа нарушений производственной безопасности, построенная по трёхуровневой модели: Presentation Layer, Business Logic Layer, Persistence Layer [5].

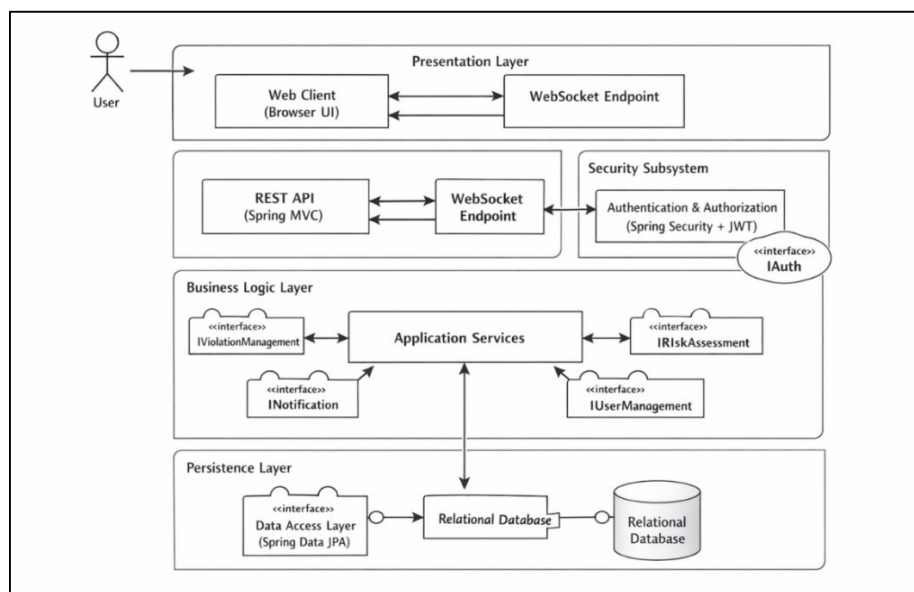


Рисунок 1 – Архитектура веб-приложения фиксации и анализа нарушений производственной безопасности

Уровень представления реализован на Thymeleaf и Bootstrap 5. Для функций реального времени используется WebSocket (STOMP / SockJS) [6].

Бизнес-логика реализована на Spring Boot 3.2. Аутентификация и авторизация выполняются с применением JWT (access – 24 ч, refresh – 7 дней) и 2FA.

Уровень доступа к данным основан на Spring Data JPA и PostgreSQL 15. Миграции выполняются с помощью Flyway. В таблице 1 представлен используемый технологический стек веб-приложения.

Таблица 1 – Технологический стек веб-приложения

Компонент	Технология
Серверная платформа	Java 17, Spring Boot 3.2
Безопасность	Spring Security, JWT, 2FA
Доступ к данным	Spring Data JPA, Hibernate
СУБД	PostgreSQL 15
Миграции	Flyway
Реальное время	WebSocket (STOMP / SockJS)
Представление	Thymeleaf, Bootstrap 5, Leaflet.js
Отчётность	Apache POI (Excel), iText (PDF)

Модель данных включает 22 сущности. Ключевая сущность «Violation» содержит категорию, степень тяжести (низкая, средняя, высокая, критическая), статус, описание, координаты и ссылки на фото.

Система реализует ролевую модель доступа, определяющую три уровня привилегий (таблица 2).

Таблица 2 – Ролевая модель доступа

Роль	Функциональные возможности
Работник (USER)	Фиксация нарушений, подача заявок, отправка SOS-сигнала, обмен сообщениями, создание таймеров безопасности
Специалист (SPECIALIST)	Обработка SOS-сигналов, мониторинг таймеров и SOS-сигналов на карте, обработка заявок и нарушений, мониторинг персонала, оценка рисков, аналитика, работа с чек-листами, обмен сообщениями, экспорт отчётов
Администратор (ADMIN)	Полный доступ: управление пользователями, сервисами, новостями, аналитикой, экспорт отчётов, настройки системы

Модуль обеспечения безопасности включает:

– SOS – отправка тревожного сигнала с геолокацией и мгновенной доставкой

специалистам через WebSocket.

- мониторинг местоположения – отображение персонала на карте (Leaflet.js) и журналирование маршрутов [7].

- таймеры безопасности – автоматическое уведомление при отсутствии подтверждения активности работника.

Аналитический модуль формирует отчёты по динамике нарушений, категориям, степени тяжести и статистике SOS. Поддерживается экспорт в Excel и PDF.

Информационная безопасность обеспечивается HTTPS (TLS), Spring Security, аннотациями @PreAuthorize и журналом аудита audit_log в соответствии с рекомендациями OWASP [8].

Контейнеризация Docker (docker-compose) позволяет развернуть систему и СУБД одной командой, обеспечивая переносимость и масштабируемость.

Заключение. Разработано веб-приложение для автоматизации процессов фиксации и анализа нарушений производственной безопасности на ОПО. Система обеспечивает:

- оперативную регистрацию нарушений;
- экстренное оповещение с геолокацией;
- аналитическую обработку данных;
- ролевое разграничение доступа.

Использование WebSocket обеспечивает работу в реальном времени, а Docker – переносимость решения. Дальнейшее развитие предполагает внедрение методов машинного обучения для предиктивного анализа рисков.

Список литературы

1. International Labour Organization. World Statistic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ilo.org/>. – Дата доступа: 01.03.2026.
2. О промышленной безопасности: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 2016 г., № 354-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 01.03.2026.
3. Петров, А.В. Автоматизация процессов управления охраной труда на промышленных предприятиях / А.В. Петров, И.С. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 4. – С. 45–52.
4. Walls, C. Spring Boot in Action / C. Walls. – Shelter Island : Manning Publications, 2024. – 472 с. – ISBN 978-1-61729-254-5.
5. Richardson, C. Microservices Patterns: With Examples in Java / C. Richardson. – Shelter Island : Manning Publications, 2019. – 520 с. – ISBN 978-1-61729-454-9.
6. WebSocket Protocol / Internet Engineering Task Force (IETF). – RFC 6455 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc6455>. – Дата доступа: 01.03.2026.
7. Leaflet – an open-source JavaScript library for interactive maps [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://leafletjs.com/>. – Дата доступа: 01.03.2026.
8. OWASP Top 10 – 2021: The Ten Most Critical Web Application Security Risks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owasp.org/Top10/>. – Дата доступа: 01.03.2026.

UDC 004.774:614.8

WEB APPLICATION FOR RECORDING AND ANALYSIS OF INDUSTRIAL SAFETY VIOLATIONS AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

Medvedyuk A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – Master of Sci., Assistant of the department of EPaE

Annotation. A web application has been developed for recording and analyzing industrial safety violations at hazardous production facilities. The system is built on a three-tier architecture using Spring Boot, PostgreSQL, WebSocket and Thymeleaf. Modules for registration of violations with categorization by severity, an emergency notification system (SOS), staff location monitoring, task control with security timers, checklists, risk calculation and analytics with the export of reports to Excel and PDF have been implemented. A role-based access model is provided. Docker containerization ensures reproducibility and scalability.

Keywords: industrial safety, web application, occupational safety, violation analysis, HPF

ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ КУПЛИ И ПРОДАЖИ АВТО «АВТОТОЧКА» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Новиков К.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Воробей А.В. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе реализован веб-сервис «АвтоТочка», предназначенный для организации онлайн-площадки по продаже новых и подержанных автомобилей. Платформа обеспечивает удобный поиск и фильтрацию транспортных средств по основным техническим и ценовым характеристикам, а также предоставляет информацию о возможностях приобретения в кредит и рассрочку. Архитектура сервиса предусматривает возможность интеграции с API автодилеров, что позволяет взаимодействовать с различными поставщиками автомобилей и автоматически обновлять данные каталога. Интерфейс направлен на повышение удобства навигации и восприятия информации. Реализация сервиса способствует упрощению процесса выбора и покупки автомобиля в цифровой среде.

Ключевые слова: веб-сервис, продажа автомобилей, новые и подержанные авто, кредитование, рассрочка, эргономика интерфейса

Введение. В настоящее время рынок онлайн-продажи автомобилей активно развивается, а пользователи всё чаще выбирают цифровые платформы для поиска и приобретения транспортных средств [1]. Крупные сервисы, такие как «Авто.ру» и «Дром», предоставляют широкий выбор объявлений, однако значительная часть их функционала ориентирована преимущественно на размещение предложений, а не на комплексное сопровождение покупки [2]. Платформа «Авито Авто» предлагает удобный каталог, но интеграция с дилерскими центрами и автоматическое обновление данных реализованы ограниченно [3]. Кроме того, вопросы эргономики интерфейса остаются актуальными, поскольку перегруженность фильтров и карточек товаров может усложнять процесс выбора автомобиля.

Целью данной работы является разработка веб-сервиса «АвтоТочка», предназначенного для продажи новых и подержанных автомобилей с возможностью интеграции с дилерами через API и предоставлением информации о вариантах покупки в кредит и рассрочку [4]. Особое внимание уделяется эргономическому обеспечению интерфейса для повышения удобства навигации и восприятия информации пользователями [5].

Основная часть. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ существующих онлайн-платформ по продаже автомобилей;
- разработать структуру каталога автомобилей с разделением на новые и подержанные модели и реализовать механизм сравнения предложений;
- реализовать модуль расчёта ориентировочных условий кредита и рассрочки;
- обеспечить механизм синхронизации данных с дилерскими центрами посредством API-интеграции;
- выполнить оценку удобства интерфейса на основе принципов эргономики и минимизации когнитивной нагрузки пользователя;
- протестировать корректность отображения данных и стабильность работы сервиса при обновлении информации.

Для реализации задач разработан следующий функционал приложения:

- каталог новых и подержанных автомобилей;
- расширенная система фильтрации по техническим и ценовым параметрам;
- отображение детальной информации об автомобиле;
- предоставление информации о кредитовании и рассрочке [6];
- автоматическое обновление данных через интеграцию с дилерскими API.

Деятельность пользователя зависит от выполняемых им действий в ходе работы в

системе.

Заключение. В процессе разработки веб-сервиса «Автоточка» проведён анализ потребностей потенциальных пользователей и выявлены основные сценарии поиска и покупки автомобилей. Изучены существующие платформы, такие как «Авто.ру», «Дром» и «Авито Авто», чтобы определить лучшие практики в предоставлении актуальной информации о транспортных средствах. Этапы проектирования интерфейса выполнены с учётом эргономики, удобства навигации и наглядного представления данных.

В результате создан веб-сервис, который позволяет просматривать каталог новых и поддержанных автомобилей, фильтровать объявления по ключевым параметрам, получать сведения о кредитных и рассрочных условиях, а также обновлять данные автоматически через интеграцию с API различных дилеров. Особое внимание уделено интерфейсу: визуальная структура и логика работы снижает вероятность ошибок пользователя и облегчает восприятие информации.

В перспективе планируется расширение функционала за счёт интеграции дополнительных дилеров и возможного внедрения инструментов персонализированных уведомлений о новых поступлениях, что повысит удобство и эффективность использования сервиса.

Список литературы

1. Аналитика онлайн-рынка продажи автомобилей в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/analytics>. – Дата доступа: 24.02.2026.
2. Авто-ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.ru/>. – Дата доступа: 25.02.2026.
3. Авито Авто [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avito.ru/auto/>. – Дата доступа: 25.02.2026.
4. Интеграция API: принципы и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusrails.ru/api-app/>. – Дата доступа: 24.02.2026.
5. Интеграция API: принципы и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusrails.ru/api-app/>. – Дата доступа: 24.02.2026.
6. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина», пособие / И. Г. Шупейко. – Минск, БГУИР, 2017. – 77 с.

UDC 004.777:331.434

WEB SERVICE FOR BUYING AND SELLING CARS «AVTOTOCHKA» AND ITS ERGONOMIC DESIGN

Novikau K.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – assistant of the department of EPE

Annotation. The web service “AvtoTochka” has been developed to provide an online platform for buying and selling new and used cars. The platform enables convenient searching and filtering of vehicles based on key technical and price characteristics, as well as providing information on available credit and installment options. The service architecture allows integration with car dealers’ APIs, enabling interaction with various vehicle suppliers and automatic updating of the catalog data. The interface is designed to enhance navigation ease and information perception. The implementation of the service simplifies the process of selecting and purchasing a car in a digital environment.

Keywords: web service, car sales, new and used cars, credit options, installment plans, interface ergonomics

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Савеня П.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ключев А.П. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассматривается информационная система тепловизионного мониторинга на основе инфракрасного сенсора *MLX90640*. Предложен алгоритм для обнаружения тепловых аномалий, который включает в себя абсолютный порог, статистический Z-критерий, а также оценку скорости нагрева. Показано, что применение одновременно нескольких критериев и кластеризации снижает долю ложных тревог по сравнению с однопороговыми методами.

Ключевые слова: тепловизионный мониторинг, пожарная безопасность, обнаружение тепловых аномалий, инфракрасный датчик, информационная система

Введение. Традиционные средства защиты от пожаров – это дымовые и тепловые извещатели, которые используются для обнаружения возникшего возгорания. Значительная доля промышленных пожаров начинается с локального перегрева или тления, которые могут длиться продолжительный период времени без видимых признаков горения [1]. Позднее обнаружение такого предпожарного состояния может приводить к крайне высокому ущербу.

Анализ существующих решений показывает, что: системы, которые работают по единственному пороговому критерию, показывают высокую долю ложных тревог при изменении фоновой температуры среды; точечные датчики не обеспечивают контроля поля температур, что не позволяет локализовать источник нагрева. Для устранения указанных недостатков предлагается информационная система тепловизионного мониторинга с многокритериальным анализом термограмм.

Основная часть. Ключевым преимуществом тепловизионного контроля в инфракрасном диапазоне перед классическими методами является возможность работы в условиях задымления, полной темноты и высокой запылённости, то есть именно в тех условиях, когда оптические системы видимого диапазона обнаружения теряют эффективность, что делает подход с использованием ИК-тепловизионного мониторинга особенно актуальным для промышленных объектов с повышенным риском возгорания. Устройство сбора данных, посредством инфракрасного сенсора *MLX90640* формирует поле температур (термограмму в виде матрицы с разрешением 24x32 пикселя и частотой обновления до 32 кадров в секунду [2]), и виде кадра температур передает на сервер с дополнительными метаданными: меткой времени, средним, а также минимальным и максимальным значением температуры кадра.

Ядро аналитики реализует адаптивный попиксельный алгоритм [3]. Для каждого пикселя непрерывно отслеживается динамика температуры во времени. Шаг дискретизации определяется частотой опроса сенсора, формула 1:

$$\Delta t = 1/f_{fps}, \quad (1)$$

где f_{fps} – частота обновления кадров сенсора, Гц.

Коэффициент экспоненциального сглаживания вычисляется через постоянную времени, определяющую скорость адаптации модели к изменению фоновой температуры, формула 2:

$$\alpha = 1 - e^{-\Delta t/\tau}, \quad (2)$$

где τ – постоянная времени адаптации, с.

На основе полученного коэффициента для каждого пикселя непрерывно обновляется скользящее среднее и дисперсия, формулы 3 и 4:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \alpha_\mu(x_t - \mu_{t-1}), \quad (3)$$

$$\sigma_t^2 = (1 - \alpha_\sigma)\sigma_{t-1}^2 + \alpha_\sigma(x_t - \mu_{t-1})^2, \quad (4)$$

где x_t – температура пикселя в момент времени t , °C;

μ_t – оценка базовой температуры;

σ_t^2 – оценка дисперсии;

α_μ – коэффициент сглаживания среднего;

α_σ – коэффициент сглаживания дисперсии.

Для оценки степени отклонения текущей температуры от адаптивного фона вычисляется стандартизованная аномалия (z-критерий) пикселя, формула 5:

$$z_t = \frac{x_t - \mu_t}{\max(\sigma_t, \sigma_{min})}, \quad (5)$$

где σ_{min} – минимальный порог дисперсии, исключающий деление на ноль при стабильном фоне.

Помимо статистической аномалии, важным признаком предпожарного состояния является динамика нагрева. Скорость нагрева пикселя и её сглаженная оценка определяются по формуле 6:

$$\begin{aligned} d_t &= \frac{x_t - \mu_t}{\Delta t}, \tilde{d}_t \\ &= (1 - \alpha_d)\tilde{d}_{t-1} \\ &+ \alpha_d d_t, \end{aligned} \quad (6)$$

где d_t – мгновенная скорость нагрева, °C/c;

$\tilde{d}_t$ – сглаженная оценка скорости нагрева;

α_d – коэффициент сглаживания производной.

Для учёта накопленного во времени аномального отклонения применяется экспоненциально взвешенное скользящее среднее (EWMA) положительных z-критериев, формула 7:

$$z_t^{ewma} = (1 - \beta)z_{t-1}^{ewma} + \beta \max(z_t, 0), \quad (7)$$

где β – коэффициент накопления аномальной энергии.

На основе накопленных отклонений формируется карта риска объекта, отражающая зоны длительного или повторяющегося перегрева, формула 8:

$$R_t = \lambda R_{t-1} + \max(z_t - z_{floor}, 0), \quad (8)$$

где λ – коэффициент затухания;

z_{floor} – нижний порог, отсекающий незначимые отклонения.

Тревога формируется на основе четырёх независимых критериев: абсолютный перегрев; статистическая аномалия; превышение скорости нагрева; накопленная аномалия. Каждый

критерий требует подтверждения на протяжении N последовательных кадров, что исключает срабатывание от одиночного шумового кадра [4]. Итоговая маска опасных пикселей определяется объединением всех четырёх условий.

Для снижения доли ложных тревог к полученной маске применяется связанная кластеризация по схеме 4-соседства с фильтром минимального размера кластера. Для каждого кластера, прошедшего фильтрацию, вычисляются характеристики зоны опасности: пиковая температура, отклонение от фона, максимальный z -критерий и координаты зоны поражения.

Серверная часть системы обеспечивает обработку потока термограмм в реальном времени, хранение кадров, тревог и карт риска, а также ролевую модель доступа и журнал аудита действий операторов. Клиентская панель отображает живой поток термограмм, активные тревоги, историческую карту рисков и журнал инцидентов. Применение ансамблевого подхода принципиально отличает предложенную систему от однопороговых решений: срабатывание возможно только при одновременном выполнении нескольких условий с заданной персистентностью, что соответствует исключительно реальным предпожарным ситуациям.

Заключение. Разработана информационная система непрерывного тепловизионного мониторинга, реализующая сбор термограмм с сенсора *MLX90640*, их передачу и адаптивную попиксельную обработку на сервере. Предложенный многокритериальный алгоритм – сочетание абсолютного порога, z -критерия, оценки скорости нагрева, *EWMA*-накопления и кластеризации, что позволяет обнаруживать предпожарные состояния на стадии локального перегрева и существенно снижать долю ложных тревог. Система обеспечивает пространственную локализацию источника нагрева, что недостижимо при использовании традиционных точечных датчиков.

Список литературы

1. Brushlinsky, N. N. *World fire statistics* / N. N. Brushlinsky, M. Ahrens, S. V. Sokolov, P. Wagner. Geneva: CTIF, 2023. 64 p.
2. *MLX90640 Far Infrared Thermal Sensor Array Datasheet* [Электронный ресурс]. Melexis N.V., 2019. 40 p. Режим доступа: <https://www.melexis.com/en/documents/documentation/datasheets/datasheet-mlx90640>. Дата доступа: 20.02.2026.
3. Tarigan, Widia Br., Robet, Tarigan, Feriani Astuti. *IoT Sensor Data Analysis for Early Fire Detection Using Dynamic Threshold* // *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*. 2026. Vol. 10, No 1. P. 200–209. DOI: 10.33395/sinkron.v10i1.15478.
4. Температурный мониторинг как метод предупреждения пожаров на промышленных объектах / В. П. Молчанов [и др.] // *Пожаровзрывобезопасность*. 2021. Т. 30, № 2. С. 18–27.

UDC 614.84:004.9

THERMAL MONITORING INFORMATION SYSTEM FOR IMPROVING FIRE SAFETY OF THE OBJECT

Savenia P.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kluev A.P. – Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. thermal monitoring information system based on the infrared sensor *MLX90640* is considered. An algorithm for detecting thermal anomalies is proposed, which includes an absolute threshold, a statistical Z -criterion, and an assessment of the heating rate. It has been shown that the use of multiple criteria and clustering simultaneously reduces the share of false alarms compared to threshold methods.

Keywords: thermal imaging monitoring, fire safety, detection of heat anomalies, infrared sensor, information system

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ

Скворец И.С.; Заматай М.С.

Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Данная разработка – это образовательная VR-квест-игра для дополнительного и познавательного изучения химии, разработанная с использованием движка *Unity*. В статье описаны этапы создания 3D-моделей в *Blender*, их импорта в *Unity*, добавления текстур и коллизий. Проект демонстрирует потенциал виртуальной реальности в образовательном процессе, предлагая интерактивный подход к обучению химии через увлекательные задачи и квесты. Обсуждаются перспективы дальнейшего усовершенствования игры: добавление новых уровней, персонажей, мини-игр и интеграция в образовательные программы средней школы.

Ключевые слова: виртуальная реальность, образовательная игра, *Unity*, 3D-моделирование, интерактивное обучение, химия, разработка игр, тестирование, *SteamVR*

Введение. В наше время информационных технологий наблюдается растущая популярность виртуальной реальности, с каждым днем появляется все больше игр и программ, которые разрабатываются с использованием технологии VR, виртуальная реальность успешно интегрировалась в такие сферы, как образование, производство, строительство и медицина, проект, связанный с использованием виртуальной реальности (VR) для повышения интереса к химическим опытам, имеет высокую актуальность и значимость, виртуальная реальность предлагает уникальную возможность создания интерактивной среды, которая может значительно облегчить и усовершенствовать процессы обучения, исследования и практического опыта в химических науках, цель проекта – разработать VR-игру по химии «Бегство из лаборатории».

Основная часть. Для разработки игры выбран движок *Unity*, поскольку на нём легче создать проект благодаря большому количеству руководств и обучающих статей. Для создания 3D-моделей использован бесплатный программный продукт *Blender* с открытым исходным кодом. *Blender* предоставляет мощные инструменты для анимации, включая скелетную анимацию, симуляцию физики и работу с частицами. Для написания кода выбран язык программирования C# [1, 2].

Все объекты, созданные в *Blender*, были экспортированы в формат *.fbx*. Структура данных файла *FBX* имеет иерархическую форму и использует узловую структуру. Каждый узел представляет элемент сцены (камера, меш, текстура, материал и т. д.). Они могут быть вложены друг в друга, создавая комплексные сцены. *FBX*-файлы могут содержать множество элементов, поддерживают сжатие, анимацию объектов, текстуры, материалы и освещение, занимая при этом меньше места по сравнению с другими форматами 3D-моделей. Поэтому данный формат идеально подходит для импорта в *Unity* [2].

На рисунке 1 представлена локация, на которой расположен лабиринт в среде разработки *Unity*. На все объекты наложены текстуры и добавлена коллизия для корректного взаимодействия. На рисунке 2 представлена лаборатория, в которой начинается сессия.

Для создания персонажа использовался бесплатный плагин *SteamVR* из *Assets Store*. Согласно описанию плагина, *Valve* поддерживает этот плагин *Unity* для беспрепятственного взаимодействия со *SteamVR*. С помощью *SteamVR* разработчики могут ориентироваться на один *API*, к которому подключаются все популярные гарнитуры виртуальной реальности для ПК. Плагин позволяет управлять загрузкой 3D-моделей для VR-контроллеров, обработкой ввода и вывода, а также отображением персонажа [3].

С развитием технологий виртуальной реальности создание интерактивных игровых миров и задач стало возможным. Одним из интересных примеров является дверь с кодовым замком: для открытия двери необходимо решить головоломку. Такая задача добавляет

интерактивности, требует логического мышления и развивает когнитивные умения.

Виртуальная реальность помогает в изучении химии несколькими ключевыми способами. Во-первых, она позволяет проводить опасные эксперименты в полностью безопасной виртуальной среде, исключая риск для здоровья пользователя. Во-вторых, *VR* даёт возможность визуализировать невидимые процессы – молекулярные структуры, атомы и динамику химических реакций в трёхмерном пространстве, что значительно улучшает понимание сложного материала. В-третьих, интерактивные квесты и задачи развивают практические навыки, повышают мотивацию и делают процесс обучения увлекательным [4].

Проект «Бегство из лаборатории» можно эффективно использовать не только в школах, но и в вузах, а также для самостоятельного изучения. Его легко интегрировать в школьные образовательные программы как дополнительный инструмент. Возможна адаптация под мобильные *VR*-платформы, создание сетевой версии для групповых занятий и расширение на другие естественно-научные дисциплины. Такие доработки сделают образовательный процесс более доступным и современным для широкой аудитории [5].

Запланированные и проведённые экспериментальные исследования были необходимы для проверки функциональных возможностей программной системы и оценки её производительности на различных платформах. Все функциональные требования выполнены и протестированы в соответствии с заданием. Игра работает стабильно, коллизии и взаимодействия функционируют корректно.

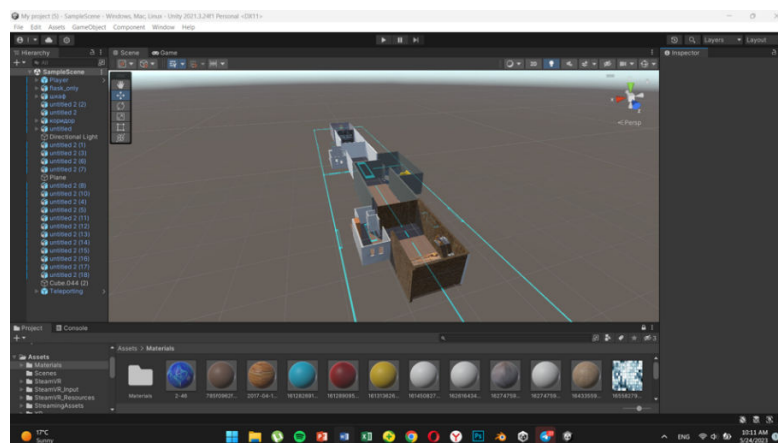


Рисунок 1 – Коридор с комнатами в среде разработки *Unity*

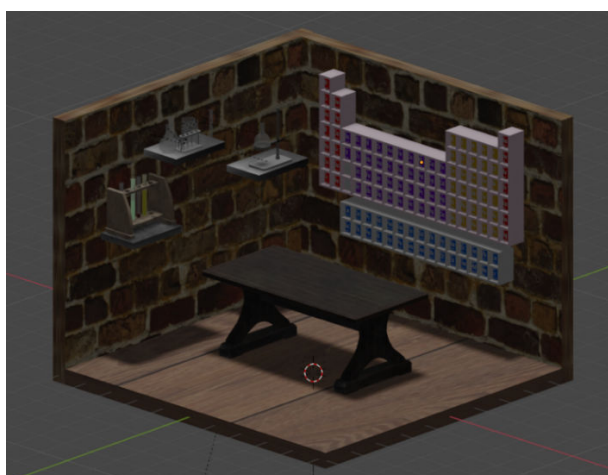


Рисунок 2 – Начальная локация

Проект игры в *VR* «Бегство из лаборатории» предлагает уникальный подход к обучению химии через интерактивность, и, несмотря на первоначальную ориентацию на школьников, он имеет потенциал для расширения функционала и охвата аудиторий разных возрастов – от

любителей научно-фантастических приключений до студентов химических специальностей.

Благодаря сочетанию геймификации и научного контента «Бегство из лаборатории» способствует развитию логического мышления и интереса к науке. Использование VR делает процесс обучения не только наглядным, но и эмоционально вовлекающим. Такой формат помогает учащимся лучше усваивать сложные темы за счёт практического взаимодействия с объектами. В дальнейшем проект может стать частью более широкой образовательной платформы, объединяющей виртуальные лаборатории по различным дисциплинам.

Закключение. Игровые технологии, включая технологию виртуальной реальности, стали популярным средством обучения для детей, в том числе в области химии, и данный проект демонстрирует, как VR может сделать образовательный процесс более увлекательным и доступным, являясь отличным средством для интеграции в школьные учебные планы и использования учителями как дополнительный ресурс. Развитие такой VR-игры является перспективным направлением в инновационном образовании, и поскольку проект основан на виртуальной реальности, он не потеряет актуальности, а кроме добавления новых уровней, технические возможности VR позволяют вводить новых персонажей, менять окружающую среду и создавать мини-игры, способствующие усвоению материала по предмету «Химия» в интерактивной форме. Таким образом, проект «Бегство из лаборатории» сочетает образовательные и развлекательные элементы, что делает его эффективным инструментом для формирования интереса к естественным наукам. Он способствует развитию исследовательских навыков и самостоятельного мышления у обучающихся.

Список литературы

1. GeekBrains – образовательная платформа IT и digital профессий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gb.ru/blog/chto-takoe-c/>. – Дата доступа: 26.02.2024.
2. Книга «Изучаем C# через разработку игр на Unity. 5-е издание» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/piter/blog/595483/>. – Дата доступа: 26.02.2024.
3. Документация по работе в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/current/Manual/index.html>. – Дата доступа: 26.02.2024.
4. Оптимизация игр в Unity 5 / К. Дикинсон. – Birmingham: Packt Publ., 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ru.pdfdrive.com/Оптимизация-игр-в-unity-5-e185239664.html.
5. Технологии виртуальной реальности. Пособие к практическим занятиям / А. А. Быков, Е. А. Мельникова, К. Д. Яшин. – Минск: БГУИР, 2015 (на русском языке) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/2895/1/Bikov_Tehnologii.pdf.

UDC 004.946:[378.147:54]

VIRTUAL REALITY IN CHEMISTRY EDUCATION

Skvorets I.S., Zamatay M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. – Senior Lecturer, Department of Engineering Psychology and Ergonomics, Master of Sci.

Annotation. This development is an educational VR quest game designed for supplementary and exploratory study of chemistry, developed using the Unity game engine, and the article describes the stages of creating 3D models in Blender, importing them into Unity, and adding textures and colliders, while the project demonstrates the potential of virtual reality in the educational process by offering an interactive approach to learning chemistry through engaging tasks and quests, and prospects for further improvement of the game are discussed, including the addition of new levels, characters, mini-games, and integration into secondary school curricula.

Keywords: virtual reality, educational game, Unity, 3D modeling, interactive learning, chemistry, game development, testing, SteamVR.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В МИНСКЕ

Захаренков И.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ динамики выбросов основных загрязняющих веществ (SO_2 , CO , NO_x , TЧ) в атмосферу г. Минска за период 2019–2023 гг. на основе официальных данных Белстата. Исследуется влияние технологических изменений в промышленности, модернизации предприятий и реализации природоохранных программ на динамику выбросов.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, выбросы в атмосферу, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, твёрдые частицы, промышленные источники, Минск, атмосферная экология, Белстат.

Введение. Состояние воздушной среды является одним из ключевых показателей качества окружающей среды в городах и прямо влияет на здоровье населения. В Республике Беларусь основной вклад в загрязнение вносят стационарные и передвижные источники, среди которых доля промышленных предприятий остаётся существенной [1].

Минск характеризуется высокой концентрацией производственных объектов. В последние годы в столице отмечается тенденция к модернизации производств и увеличению инвестиций в природоохранные мероприятия [2]. Для оценки реальной эффективности данных мер в качестве хронологических рамок исследования выбран пятилетний период – с 2019 по 2023 год.

Основная часть. Анализ выполнен на основе официальных данных Минприроды [3] и отчетности предприятий [4] за период 2019–2023 гг., что позволяет выявить среднесрочные тренды выбросов. Рассматриваются четыре основных загрязнителя: диоксид серы, оксиды азота, монооксид углерода и твёрдые частицы. Для каждого вещества проанализирована динамика выбросов и их корреляция с изменениями в промышленном секторе города.

Результаты анализа. Анализ данных по выбросам SO_2 выявил наиболее выраженную положительную динамику. В 2020 г. зафиксирован резкий рост до 3,2 тыс. т (+357% к 2019 г.), вероятно, обусловленный изменением режимов работы предприятий в пандемию COVID-19. В последующие годы наблюдалось устойчивое снижение: до 2,4 тыс. т в 2021 г. с дальнейшей стабилизацией на уровне 0,2–0,3 тыс. т в 2022–2023 гг. (рисунок 1).

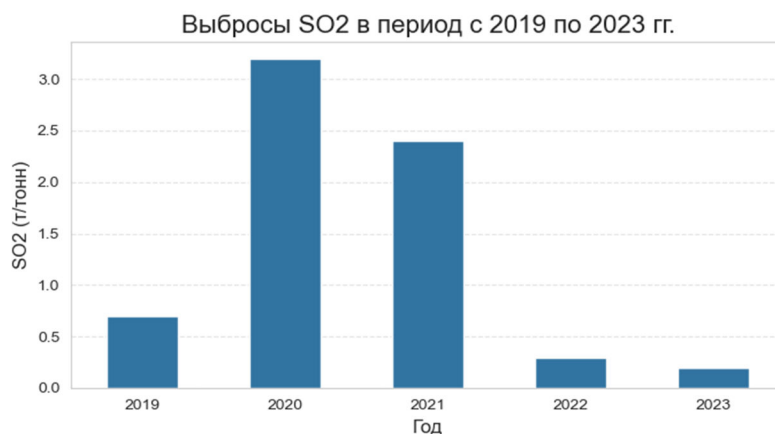


Рисунок 1 – выбросы SO_2 в период 2019–2023 гг.

Выбросы NO_x демонстрируют относительно стабильную динамику (рисунок 2). Это объясняется доминирующей ролью транспортного сектора (передвижных источников) в структуре выбросов оксидов азота, существенно превышающей вклад стационарных источников. Тем не менее, снижение показателей в 2023 г. может отражать эффект модернизации ТЭЦ [4].

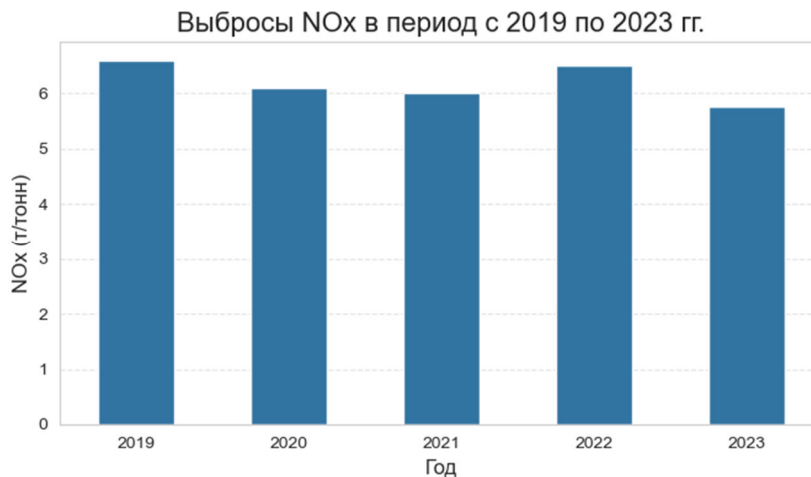


Рисунок 2 – выбросы NO_x в период 2019-2023 гг.

Снижение выбросов CO (рисунок 3) в 2022–2023 гг. на 21,5% относительно пика 2021 г. свидетельствует об эффективности внедрённых технологических улучшений в системах контроля за горением топлива и введении более строгих норм выбросов на предприятиях [5]. Возможным дополнительным фактором, способствовавшим снижению выбросов от теплоэнергетического комплекса Минска в 2020-2021 гг., стал ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС.

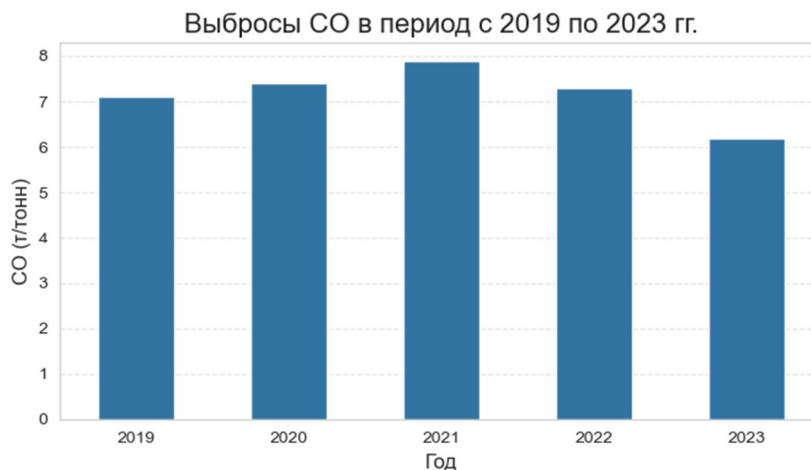


Рисунок 3 – выбросы монооксида углерода в период 2019-2023 гг.

В динамике выбросов твёрдых частиц наблюдается крайне незначительный рост, который, несмотря на модернизацию производственных мощностей МТЗ [6], вероятно, обусловлен интенсификацией строительной деятельности (возведение зданий и сооружений). Это коррелирует с реализацией Госпрограммы «Строительство жилья», демонстрирующей положительную динамику сектора [7].

Заключение. Проведенное исследование динамики выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу города Минска за период 2019–2023 гг. позволило выявить ряд значимых тенденций и факторов, влияющих на состояние воздушной среды столицы.

Анализ показал неоднородную динамику по различным загрязнителям. Наиболее выраженные позитивные изменения зафиксированы по диоксиду серы, где после кратковременного всплеска в 2020 году наблюдается устойчивое снижение выбросов. Данная тенденция свидетельствует об эффективности реализуемых природоохранных мероприятий и технологической модернизации предприятий. Схожая, но и менее выраженная тенденция прослеживается по монооксиду углерода, что указывает на успешное внедрение современных систем контроля процессов. Стабильность выбросов оксидов азота от стационарных источников объясняется доминирующей ролью мобильных источников в общей картине выбросов. Особое внимание заслуживает ситуация с твердыми частицами, где наблюдается незначительный рост выбросов на фоне проводимой модернизации промышленных предприятий. Данная динамика указывает на изменение структуры источников загрязнения в сторону увеличения вклада строительного сектора и других непромышленных источников. Для стабилизации уровня твердых частиц целесообразно более широкое применение современных систем пылеподавления на всех этапах проведения земляных и строительно-монтажных работ в черте города.

Модернизация предприятий и госпрограммы обеспечили положительную динамику по большинству загрязнителей. Однако для устойчивого результата необходим комплексный подход, охватывающий не только промышленные, но и строительные источники.

Список литературы

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] // Белстат. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovmestnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/a-zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-i-razrushenie-ozonovogo-sloya/a-1-vybrosy-zagryaznyayuschih-veschestv-v-atmosfernyy-vozduh>. Дата доступа: 01.12.2025.
2. Затраты на природоохранные мероприятия / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. – 2025. – С. 33–34 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/153/kdw8xdozrnl8iij3h0r019o18r88eb9i.pdf>. Дата доступа: 01.12.2025.
3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь за 2019–2022 годы / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2025. – С. 30 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Natsdoklad-2023-na-sajt.pdf>. Дата доступа: 01.12.2025.
4. Филиал «Минская ТЭЦ-4» РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс] // БЕЛТА. Режим доступа: <https://belta.by/economics/view/filial-minskaja-tets-4-rup-minskenergo-provel-masshtabnuju-rekonstruktsiju-gradirni-st-4-683191-2024/>. Дата доступа: 01.12.2025.
5. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 декабря 2023 г. № 33 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: https://naturegome.by/sites/default/files/inline/files/postanovleni-33-20-02-24-2_0.pdf. Дата доступа: 01.12.2025.
6. Реконструкция литейки МТЗ [Электронный ресурс] // Минск-Новости. Режим доступа: <https://minsknews.by/posle-zaversheniya-rekonstrukcii-litejki-mt3-obemu-vrednyh-vybrosov-sokratyatsya-eshhe-na-1-600-tonn/>. Дата доступа: 01.12.2025.
7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 января 2021 г. № 51 «О Государственной программе «Строительство жилья» на 2021–2025 годы» [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100051>. Дата доступа: 01.12.2025.

UDC 504.3.054

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF POLLUTANT EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE FROM STATIONARY SOURCES IN MINSK

Zakharenkau I.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Master of Sci. (M. of Sci.), Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the dynamics of emissions of the main pollutants (SO₂, CO, NO_x, SP) into the atmosphere of the city. Minsk for the period 2019–2023 based on official Belstat data. The impact of technological changes in industry, modernisation of enterprises and implementation of environmental programs on the dynamics of emissions is studied.

Keywords: air pollution, atmospheric emissions, carbon monoxide, nitrogen dioxide, sulphur dioxide, solid particles, industrial sources, Minsk, atmospheric ecology, Belstat.

ВЛИЯНИЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ПРОФИЛАКТИКА СОЦИАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Асташко В.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Медведев О.С. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрено влияние веб-сервисов автоматизированного планирования на организацию совместной деятельности и поддержание социальных взаимодействий. Обоснована их роль как инструмента снижения барьеров координации времени и профилактики социальной изоляции.

Ключевые слова: совместное планирование, социальные взаимодействия, организация времени

Введение. Современная городская среда характеризуется высокой плотностью социальных контактов, ускоренным ритмом жизни и огромной вариативностью индивидуальных расписаний. Несмотря на широкие коммуникационные возможности, предоставляемые цифровыми технологиями, наблюдается тенденция к снижению количества личных встреч и социальной изоляции.

Одной из основных причин этого является несогласованность расписаний и сложность координации времени между несколькими участниками. Процесс согласования встречи часто включает анализ собственных обязательств, уточнение доступности других людей и обмен большим количеством сообщений. Это увеличивает временные затраты и когнитивную нагрузку, что в ряде случаев приводит к отказу от организации встречи.

В условиях высокой занятости, даже при наличии желания поддерживать социальные контакты, планирование совместного досуга может восприниматься как трудоемкий организационный процесс [1]. Таким образом, проблема снижения регулярности личных встреч связана не только с мотивационными или культурными факторами, но и с организационно-технологическими барьерами согласования времени [2].

Целью данной работы является исследование влияния плотного графика на организацию личных встреч, выявление основных трудностей совместного планирования и анализ возможностей цифровых сервисов автоматизации планирования как инструмента поддержки социальных взаимодействий.

Основная часть. С точки зрения инженерной психологии процесс согласования встречи между несколькими людьми связан с повышенной когнитивной нагрузкой. Пользователь вынужден учитывать собственное расписание, занятость других участников и поддерживать коммуникацию для поиска общего временного интервала.

В процессе согласования встречи человек выполняет несколько когнитивных операций, таких как анализ собственного расписания и обязательств, оценку предполагаемой занятости других участников, удержание в рабочей памяти нескольких альтернативных вариантов времени и обмен сообщениями для уточнения доступности и подтверждения встречи.

При увеличении количества участников возрастает число возможных комбинаций временных интервалов, что делает процесс координации более сложным. В результате планирование совместной деятельности может восприниматься как затратный по времени и усилиям процесс, что снижает вероятность реализации встречи.

Таким образом, трудности совместного планирования являются не только социально-психологической, но и организационно-технологической проблемой.

Для изучения влияния плотного графика на организацию личных встреч был проведен онлайн-опрос пользователей. В опросе приняли участие 120 респондентов в возрасте от 18 до

54 лет. Большинство в качестве основного вида занятости указали «Работа» (60,8%), а остальные выбрали «Учеба» (19,2%), «Работа и учеба» (16,7%) и «Временно не работаю» (3,3%). Целью исследования являлось выявление уровня занятости пользователей, особенностей организации личных встреч и факторов, затрудняющих согласование времени для совместной деятельности.

Опрос охватывал вопросы, связанные такими аспектами как уровень занятости респондентов и количество свободного времени, частота личных встреч с друзьями и знакомыми, удовлетворенность уровнем социального взаимодействия, сложности, возникающие при согласовании времени встречи и использование инструментов планирования.

Анализ полученных данных показал, что почти две трети респондентов оценивают свой график как загруженный (занятость «Скорее высокая» 53,3% и «Очень высокая» 12,5%), при этом свободное время в будние дни большинство оценили в «2-4 часа» (40,8%) и «Более 4 часов» (20%), что говорит о наличии объективных временных ограничений на организацию досуга.

Вопрос о частоте личных встреч показал, что большинство респондентов встречаются «Нерегулярно, 1-2 раза в месяц» (39,2%), либо «Реже одного раза в месяц» (28,3%), и вместе с тем удовлетворена количеством личного общения лишь треть («Скорее доволен(а)» 23,3% и «Полностью доволен(а)» 10%), что подтверждает актуальность исследования проблемы организации совместного досуга. Также отмечается, что, даже при наличии желания встретиться, встреча так и не происходит довольно часто почти для двух третьих респондентов («В 1 из 3 случаев» для 35,8% и «Примерно в половине случаев» для 27,5%), а основными причинами определено то, что «У всех разные графики, сложно найти общее окно в расписании» (72,5%) и «Недостаточно свободного времени» (44,2%). На вопрос о сложности организации встречи с 3 и более людьми большинство ответило, что испытывает с этим трудности (выбрали ответ «Скорее сложно» 60,8%, а «Очень сложно» – 7,5%), при этом лишь менее одной пятой части респондентов ответили, что отказывались от идеи встречи из-за сложности согласования «Никогда» (18,3%), что также подтверждает нашу гипотезу о причине сокращения количества социальных взаимодействий.

На рисунке 1 представлено распределение ответов на вопрос об используемых инструментах планирования: больше половины пользователей ответили «Обычно держу все в голове» (51,7%). Это также затрудняет реализацию планирования совместного досуга и еще сильнее повышает когнитивную нагрузку на человека.

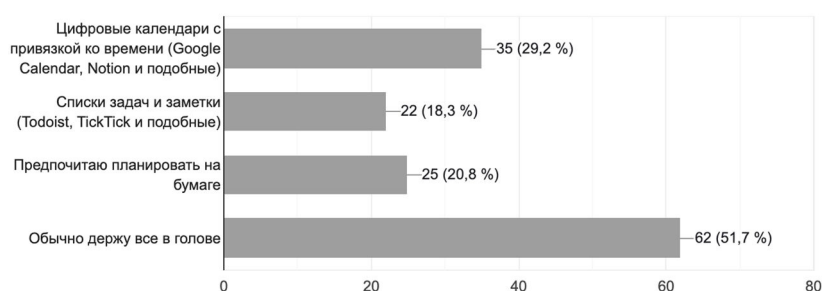


Рисунок 1 – Распределение ответов на вопрос об используемых инструментах для планирования

Одним из возможных способов снижения организационных барьеров является использование цифровых сервисов автоматизированного планирования. Подобные системы позволяют алгоритмически анализировать расписания пользователей и определять общие свободные временные интервалы.

Автоматизация данного процесса позволяет снизить когнитивную нагрузку при анализе расписаний [3], сократить количество коммуникационных итераций между участниками [4], ускорить принятие решения о времени встречи и повысить вероятность реализации совместного досуга.

С инженерно-психологической точки зрения важным фактором эффективности

подобных систем является эргономичность пользовательского интерфейса [5]. Наглядная визуализация временных интервалов, простота создания события и минимизация количества действий пользователя существенно влияют на готовность инициировать встречу.

К основным принципам эргономического проектирования сервисов совместного планирования можно отнести минимизацию числа действий для создания события, наглядное отображение структуры времени, снижение неопределенности при выборе временного интервала, прозрачность статуса участия других пользователей и отсутствие избыточной информационной нагрузки.

Заключение. Исходя из проведенного исследования можно сделать вывод, что процесс поиска общего временного интервала сопровождается значительной когнитивной нагрузкой и требует большого количества коммуникационных действий, а основными причинами снижения регулярности личных встреч являются высокая занятость пользователей, отсутствие четкой системы планирования и сложность согласования времени между несколькими участниками, что также подтверждают результаты проведенного опроса.

На основании проведенного анализа и результатов исследования было принято решение о разработке веб-сервиса TimeTogether, ориентированного на помощь в оптимизации расписания, организации личных встреч и совместного досуга. Основной задачей сервиса является упрощение процесса согласования времени между пользователями и снижение организационных барьеров при планировании совместной активности.

Таким образом, проведенное исследование позволяет интерпретировать цифровые инструменты планирования не только как средства управления временем, но и как технологические решения, способствующие поддержанию социальных связей и снижению риска социальной изоляции.

Список литературы

1. *Electronic coordination and collective action: use and effects of electronic calendaring and scheduling* / B. Van den Hooff // *Journal of Information Technology*. – 2004. – Vol. 19, N 3. – Pp. 215–227. – DOI: 10.1057/palgrave.jit.2000025.
2. *Togedule: Scheduling Meetings with Large Language Models and Adaptive Representations of Group Availability* / J. Song, Z. Ashktorab, T. Malone; preprint arXiv. – 2025. – Vol. 9, N 7. – Pp. 1–24.
3. *A Review of Communication Research on Automation* / J.B. Barbour // *Annals of Communication*. – 2021. – Vol. 47, N 3. – Pp. 261–278.
4. *Связь цифровых технологий с развитием когнитивных и коммуникативных процессов подростков и юношей* / Н.Я. Агеев, Ю.А. Токарчук, А.П. Коваленко // *Психологическая наука и образование*. – 2023. – № 1. – Pp. 45–60.
5. *The impact of digital technology, social media, and artificial intelligence on cognitive functions: a review* / M. Shanmugasundaram, A. Tamilarasu; ResearchGate. – 2023. – Vol. 2. – Pp. 1–16. – DOI: 10.3389/jcogn.2023.1203077.

UDC 004.774:304.442

THE IMPACT OF AUTOMATED WEB-BASED PLANNING SERVICES ON MAINTAINING SOCIAL INTERACTIONS AND PREVENTING SOCIAL ISOLATION IN URBAN ENVIRONMENTS

Astashko V.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Medvedev O.S. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. Examined the impact of automated web-based planning services on organizing collaborative activities and maintaining social interactions. Substantiated their role as a tool for reducing barriers to time coordination and preventing social isolation.

Keywords: collaborative planning, social interactions, time management

ВЛИЯНИЕ УДАЛЁННОЙ РАБОТЫ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

Иосько М.А., Савин Т.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Рышкель О.С. – к. с.-х н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Опрошено 87 IT-специалистов. Проведена оценка влияния трех режимов работы – полностью офисного, удаленного и гибридного – на здоровье и качество жизни. Выявлены закономерности среди ответов респондентов, их возрастом и режимом работы. Построены диаграммы и тепловые карты, визуально отображающие полученные данные.

Ключевые слова: удалённая работа, гибридный режим, здоровье IT-специалистов, баланс работа-жизнь, социальная изоляция, эргономические риски, возрастная стратификация, качество жизни, постпандемийные модели труда

Введение. Трансформация традиционной офисной модели труда в удаленный и гибридный форматы обусловлена развитием информационно-коммуникационных технологий и глобальными социально-экономическими факторами, включая последствия пандемии COVID-19. Удаленная работа, предполагающая выполнение профессиональных обязанностей вне корпоративного пространства, и гибридная модель, комбинирующая дистанционную и офисную занятость, демонстрируют значительный потенциал в оптимизации операционных расходов и повышении автономности сотрудников. Смещение управленческого фокуса от прямого пространственного контроля к результаториентированному подходу способствует росту производительности, однако сопровождается комплексом специфических профессиональных рисков. Отсутствие ежедневной маятниковой миграции и неадаптированность домашних рабочих мест к эргономическим стандартам провоцируют развитие гиподинамии, нарушений опорно-двигательного аппарата и хронического зрительного напряжения. Размытие границ рабочего времени и социальная депривация существенно повышают вероятность эмоционального выгорания и психосоматических расстройств. Актуальность комплексного исследования указанных факторов особенно высока в высокотехнологичном секторе экономики, характеризующемся интенсивными когнитивными нагрузками и непрерывным взаимодействием с цифровой средой [1].

Основная часть. В рамках количественно-качественного исследования проведена оценка влияния различных режимов занятости на качество жизни и здоровье специалистов в сфере информационных технологий. Выборочная совокупность составила 87 сотрудников технологических компаний (в частности, ЮКОЛА и Innowise), ядро которой сформировали разработчики программного обеспечения и аналитики данных. Сбор эмпирического материала осуществлялся методом онлайн-анкетирования с применением шкалы Ликерта и открытых вопросов для сбора качественных данных. Выборка была стратифицирована по текущим режимам работы (полностью офисный, полностью удаленный, гибридный) и возрастным когортам (18-30 лет, 31-45 лет, старше 45 лет), что обеспечило возможность выявления демографических паттернов адаптации к условиям труда. Опросный инструментарий включал оценку показателей физического благополучия, психоэмоционального состояния, качества эргономики рабочего места и баланса между трудом и личной жизнью. Контрольными переменными в исследовании выступали стаж работы в текущем формате и наличие предшествующего релевантного опыта, что позволило исключить искажения, связанные с первичной адаптацией респондентов [2].

Анализ собранных данных выявил выраженную дифференциацию эффектов в зависимости от выбранного формата занятости. Группа полностью удаленной работы, включившая 41 респондента, продемонстрировала максимальные показатели временной автономии и оптимизации баланса труда и отдыха за счет ликвидации временных затрат на логистику. Тем не менее данный режим статистически значимо коррелирует с ростом уровня социальной изоляции и размытием границ рабочего дня. Физическое состояние респондентов

в дистанционном формате характеризуется выраженным дефицитом двигательной активности и ростом частоты болевых синдромов в области позвоночника, что напрямую отражает эргономический дефицит домашних рабочих пространств. Улучшение качества сна в данной группе лишь частично компенсирует негативные последствия гиподинамии [3].

Гибридный режим, охвативший 34 участника исследования, позиционируется как оптимальный компромисс. Данный формат обеспечивает умеренную экономию времени при существенном снижении уровня социальной депривации благодаря периодическому офисному присутствию. В гибридной модели зафиксирован рост двигательной активности и снижение соматических жалоб, что подчеркивает профилактический потенциал чередования рабочих сред [4].

Традиционный офисный формат, представленный 12 респондентами, продемонстрировал наименьшую общую удовлетворенность из-за высоких временных издержек и жесткого расписания. Несмотря на сохранение высокого уровня социальной интеграции и естественную профилактику гиподинамии за счет перемещений, показатели стресса и эмоционального выгорания в данной группе оказались повышенными, что свидетельствует о давлении коллективной среды и недостатке автономии.

Возрастной анализ выявил специфические демографические предпочтения. Группа 18-30 лет демонстрирует наибольший прирост субъективной продуктивности в удаленном формате, адаптируясь к цифровой автономии быстрее других групп. Респонденты 31-45 лет отмечают максимальную эффективность гибридной модели, позволяющей интегрировать профессиональную деятельность с возрастающими семейными обязательствами. Сотрудники старше 45 лет также отдают предпочтение гибридному формату ввиду необходимости поддержания психоэмоционального тонуса и минимизации рисков обострения возрастных мускуло-скелетных нарушений. Экономические показатели исследования подтверждают преимущество дистанционных форматов за счет существенного снижения транспортных и сопутствующих расходов, что коррелирует с общим ростом удовлетворенности качеством жизни среди сторонников гибких моделей. Тепловая карта, отображающая результаты опроса представлена на рисунке 1 [5].

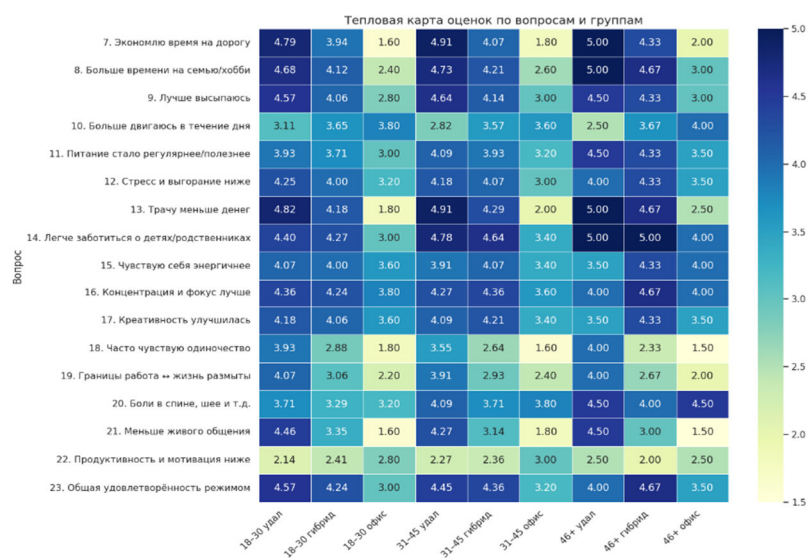


Рисунок 1 – Тепловая карта, отображающая результаты опроса

Эмпирические результаты исследования подтверждают необходимость дифференцированного подхода к организации труда в IT-отрасли. Переход от пандемийного принуждения к стратегической интеграции гибких форматов в корпоративные политики требует внедрения механизмов, направленных на нивелирование специфических профессиональных рисков. Для сотрудников, работающих полностью удаленно, критически важной мерой является жесткая регламентация времени отключения от корпоративных систем

связи и внедрение регулярных виртуальных коммуникативных практик для профилактики социальной изоляции. Существенное значение приобретает обязательный корпоративный аудит эргономики домашних рабочих мест и стимулирование физической активности персонала посредством специализированных мотивационных программ. Управление гибридной моделью требует прецизионного планирования присутственных дней для максимизации эффективности очного командного взаимодействия. Регулярный мониторинг уровня профессионального выгорания с использованием стандартизированных метрик позволит руководству своевременно корректировать формат занятости с учетом индивидуального состояния сотрудников [6].

Заключение. Трансформация моделей занятости в высокотехнологичном секторе представляет собой необратимый процесс эволюции трудовых отношений, требующий перехода к научно обоснованному управлению человеческим капиталом. Перспективным направлением оптимизации дистанционного и гибридного труда выступает интеграция технологий искусственного интеллекта для динамического персонализированного планирования графиков на основе объективного биометрического мониторинга. Дальнейшее развитие корпоративных экосистем неизбежно связано с внедрением иммерсивных технологий и виртуальной реальности для симуляции эффекта присутствия. Подобные инновации позволят синтезировать преимущества глобальной географической автономности с полноценной социальной интеграцией, обеспечивая устойчивый рост экономической производительности без ущерба для физиологического и психоэмоционального благополучия специалистов [7].

Список литературы

1. Aksoy, C. G. et al. *Working from Home Around the Globe: 2023 Report*. EconPol Policy Brief No. 53 (EconPol, 2023).
2. McGlaufflin, P. JPMorgan CEO Jamie Dimon chides managers who work from home: 'I don't know how you can be a leader and not be completely accessible to your people'. *Fortune* (11 July 2023).
3. Kelly, J. Goldman Sachs tells employees to return to the office by July 14, as Wall Street pushes back on the work-from-home trend. *Forbes* (5 May 2021).
4. Goswami, R. Elon Musk: Working from home is 'morally wrong' when service workers still have to show up. *CNBC* (16 May 2023).
5. Barrero, J. M., Bloom, N. & Davis, S. J. *Why Working from Home Will Stick*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 28731 (NBER, 2021).
6. *The Economist*. The working from home illusion fades. *Economist* (28 Jun 2023).
7. Barrero, J. M., Bloom, N. & Davis, S. J. *The Evolution of Working from Home*. Stanford Institute for Economic Policy Research (SIEPR) Working Paper No. 23-19 (SIEPR, 2023).

UDC 621.397.3–048.24; 004.056.5

APPLICATION THE IMPACT OF REMOTE WORK ON QUALITY OF LIFE

Iosko M.A., Savin T.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Ryshkel O.S. – Cand. of Sci, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. A survey of 87 IT specialists was conducted. The impact of three work modes – fully office-based, remote, and hybrid – on health and quality of life was assessed. Patterns were identified among respondents' answers in relation to their age and work mode. Diagrams and heatmaps were created to visually represent the obtained data.

Keywords: remote work, hybrid mode, IT specialists' health, work-life balance, social isolation, ergonomic risks, age stratification, quality of life, post-pandemic work models.

УДК 631.95:629.7.06

АГРОДРОНЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ

Подрябинкин З.Д., Джалилова Н.Р.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье оценивается экономическая оправданность использования беспилотных летательных аппаратов для минимизации контакта человека с пестицидами, ядохимикатами в сельском хозяйстве. Проводится сравнение эффективности и рисков применения беспилотных летательных аппаратов для проведения обработки посевов растительных культур в сравнении с другими видами техники.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты; сельское хозяйство; пестициды.

Введение. Применение дронов в сельском хозяйстве осуществляется по двум основным направлениям: мониторинг урожайности сельскохозяйственных культур и проведение обработки (опрыскивание) посевов растительных культур против вредителей, болезней [1]. Использование агродронов для аэрофотосъёмки позволяет получать данные о состоянии посевов, что является основой концепции ведения грамотных агротехнических мероприятий [2]. БЛА способны дифференцированно вносить требуемые дозы пестицидов, гербицидов и других химических веществ на труднодоступные участки полей, уменьшая финансовые затраты на проведение таких мероприятий. Механик – оператор при опрыскивании находится вне зоны полевых работ, избегая возможного контакта с химическими активными веществами.

Однако внедрение БЛА в сельском хозяйстве сопряжено с экономическими рисками и консервативностью отрасли. На данный момент в России только формируется практика внедрения БЛА в экономику посредством экспериментальных правовых режимов [3]. Общий эксперимент по внедрению БЛА в сельском хозяйстве завершится осенью 2026 года [4].

Основная часть. Для предотвращения случаев отравления при работе с пестицидами в Республике Беларусь действует постановление от 27.09.2017 №149 [5]. Постановление предусматривает меры по герметизации кабин техники, применение средств индивидуальной защиты и т.д. для работников сельского хозяйства. Тем не менее, во время внесения пестицидов существуют риски отказа систем или исключительных ситуаций, способных привести к контакту человека с ядовитыми химическими веществами. Данные риски можно уменьшить при применении БЛА для внесения поверхностно-активных веществ. Поскольку для внедрения новой технологии важны не только строгое соблюдение техники безопасности, но и экономическая целесообразность, далее в исследовании будет сделан сравнительный анализ применения тракторного опрыскивателя (МТЗ-82 + ОН-600-12), агродрона DJI Agras T30 и самоходного опрыскивателя БАРС ОС-2500.

Основными параметрами для сравнения являются производительность и степень обработки посевов, часовой и удельный расход топливно-энергетических ресурсов, расход рабочего химического раствора (таблица 1). Часть данных находится в открытом доступе на сайте производителей: официальные спецификации DJI Agras T30 [6], технические характеристики опрыскивателя «БАРС ОС-2500» [7]. Технические данные производительности трактора с прицепным опрыскивателем взяты из исследования, где расчёты проводились по произведенным работам – обработки рапсового поля [8].

Таблица 1 – Сравнительные эксплуатационные показатели MTZ-82 + ОН-600-12, DJI Agras T30, БАРС-2500

Параметр сравнения	Тракторный опрыскиватель (MTZ-82 + ОН-600-12)	Агродрон (DJI Agras T30 при работе с заправочным комплексом)	Самоходный опрыскиватель БАРС ОС-2500
Производительность, га/ч	9 – 14	9 – 18	35 – 40
Часовой расход топливно-энергетических ресурсов	18 л/ч дизельного топлива	1,25 л/ч дизеля (16,2 МДж/ч электроэнергии)	12 – 14 л/ч дизельного топлива
Удельный расход топлива на га	2,25 – 3 л/га	0,07 – 0,13 л/га (0,9 – 0,18 МДж/га)	до 0,35 л/га
Объём бака для рабочего раствора	600 л	30 л	2500 л
Расход рабочего раствора, л/га	42 – 354	5 – 25	42 – 354
Стоимость оборудования	106 000 BYN	60 000 BYN	Около 200 000 BYN

Основные отличия между методами опрыскивания:

1 Производительность (скорость работы): самоходный опрыскиватель БАРС ОС-2500 обладает наибольшей производительностью (35–40 га/ч), подходит для обработки больших площадей. Тракторный прицепной опрыскиватель (MTZ-82 + ОН-600-12) и агродрон DJI Agras T30 имеют сопоставимую производительность (9–14 га/ч и 9–18 га/ч соответственно), что делает их полезными для средних и малых хозяйств. Применение агродрона эффективнее при сложном рельефе и в применение химических веществ в лесных хозяйствах [9]. Также недостаток в скорости обработки может быть скомпенсирован применением нескольких БЛА одним оператором.

2 Топливная эффективность: агродрон демонстрирует наименьший расход топлива. При емкости аккумулятора 29 А/ч и 3-разовых вылетах в час [10] дизельный генератор на 8 кВт с расходом 2,5 л/ч расходует 1,25 л/ч топлива для полной зарядки дрона, что обеспечивает удельный расход 0,07–0,13 л/га. Самоходный опрыскиватель БАРС ОС-2500, по данным лизинговой компании, имеет удельный расход не более 0,35 л/га [11], а тракторный опрыскиватель потребляет 18 л/ч (2,25–3 л/га).

3 Расход рабочего раствора и логистика: тракторный и самоходный опрыскиватели, использующие форсунки типа ID-K на скорости 8 км/ч, расходуют от 42 до 354 л/га рабочего раствора. Агродрон, благодаря меньшему расходу воды, требует всего 5–25 л/га, что позволяет существенно улучшить полевую логистику.

Анализ рисков будет проведён посредством логического моделирования. Тяжесть последствий - одинакова для всех трех вариантов. Опасной ситуацией можно считать отказ техники во время работы. Для трактора MTZ-82 риск неисправности составляет 0,3% в час (1 неисправность на 300 мотор-часов). Для агродрона риск падения рядом с оператором рассчитаем по формуле 1:

$$R = \frac{R_{отк}}{60} \times t_{взл} \times n, \quad (1)$$

где $R_{отк}$ – вероятность отказа гражданского БЛА за час (0,1% [12]),

$t_{взл}$ – время взлёта БЛА (0,5 мин), n – количество вылетов в час (3 вылета).

В результате вероятность контакта с химически опасными веществами у оператора БЛА составляет 0,0025%, что в 100 раз ниже вероятности рисков контакта с ядохимикатами у водителя трактора. Таким образом, внедрение агродронов уменьшает риск контакта работников с применяемыми в сельском хозяйстве пестицидами, ядохимикатами и прочими опасными для человека химическими веществами. Также, применение агродронов снижает потери вносимых в почву минеральных веществ, тем самым уменьшая количество применяемого раствора без влияния на уровень урожайности сельскохозяйственных культур и оставаясь экономически целесообразным. Это может положительно сказаться и на эффективности и экологичность, дозированность использования пестицидов в сельском

хозяйстве Республике Беларусь в целом [13].

Заключение. В результате исследования были получены подтверждения экономической целесообразности использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур и проведение обработки посевов растительных культур против вредителей, болезней. Результатом применения агродронов могут стать снижение рисков отравления и вредного влияния на здоровье работников сельского хозяйства опасными химическими веществами, применяемыми при проведении агротехнических работ.

Список литературы

1. Цифровая трансформация сельского хозяйства на основе беспилотных летательных аппаратов / Шайтура С.В. [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 7. – С. 174–178.
2. Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges // Издательство научных журналов «MDPI» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2504-446X/8/11/686>. Дата доступа: 18.02.2026.
3. Сводный аналитический отчет о результатах мониторинга реализации экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации беспилотных систем в Томской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/file/download/579c4addaf61ebcb608c727dc635ad0/svodniy_analiticheskiy_otchet.pdf. Дата доступа: 20.02.2026.
4. Постановление об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации сельскохозяйственных беспилотных авиационных систем // Официальный сайт Правительства России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202309190014.pdf>. Дата доступа: 22.02.2026.
5. Санитарные нормы и правила «Требования к применению, условиям перевозки и хранения пестицидов (средств защиты растений), агрохимикатов и минеральных удобрений»: утверждены Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 27 сентября 2012 г. № 149 // Информационный портал «Pravo.by» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21226455p/>. Дата доступа: 02.03.2026.
6. Технические характеристики DJI Agras T30 // Официальный сайт DJI [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.dji.com/global/t30/specs>. Дата доступа: 03.03.2026.
7. Опрыскиватель самоходный «БАРС ОС-4000М»: технические характеристики // Сайт компании «Агропромсила» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agropromsila.by/directions/bars-os-4000m/>. Дата доступа: 03.03.2026.
8. Поляков, А. Ю. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов при выполнении сельскохозяйственных работ / А. Ю. Поляков, О. Н. Скрыпник // Беспилотные аппараты «БПЛА – 2024»: сборник статей Междунар. молодежного форума, Минск, 22–26 апреля 2024 г. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 106–110.
9. Жданович, С. А. Опыт применения БЛА для защиты лесного фонда от вредителей и болезней // Электронный архив Белорусского государственного технологического университета [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.belstu.by>. Дата доступа: 04.03.2026.
10. Борисенко, И. Б. Параметры применения беспилотных летательных аппаратов при обработке средствами защиты растений сельскохозяйственных культур / И. Б. Борисенко, М. В. Мезникова, Е. И. Улыбина [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>. Дата доступа: 04.03.2026.
11. Опрыскиватель самоходный БАРС ОС-2500М2 6х4: технические характеристики // Сайт лизинговой компании «Верум-Агро» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://verum-agro.ru/katalog/tehnika-dlya-zawityi-rastenij/opryskivatel-bars-os-2500m2-6h4-125694/>. – Дата доступа: 04.03.2026.
12. UAS Operators Safety and Reliability Survey: Emerging Technologies towards the Certification of Autonomous UAS / M. Osborne // 4th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/339171009_UAS_Operators_Safety_and_Reliability_Survey_Emerging_Technologies_towards_the_Certification_of_Autonomous_UAS. Дата доступа: 04.03.2026.
13. Внесение пестицидов // Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovmestnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii/f-2-vnesenie-udobrenii/f-4-vnesenie-pestitsidov/>. Дата доступа: 04.03.2026.

UDC 631.95:629.7.06

AGRODRONES IN AGRICULTURE: EFFICIENCY OF PESTICIDE APPLICATION AND RISK REDUCTION

Podryabinkin Z.D., Jalilova N.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N. V. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of IPIE

Annotation. The article assesses the economic feasibility of using unmanned aerial vehicles to minimize human contact with pesticides in agriculture. A comparison is made of the effectiveness of using unmanned aerial vehicles for spraying in comparison with other types of equipment.

Keywords: unmanned aerial vehicles; drones; agriculture; pesticides.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ШКОЛЕ

Химорода В.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается веб-приложение, представляющее собой централизованную образовательную платформу для изучения русской литературы в рамках программы 10–11 классов средней общеобразовательной школы. Акцент сделан на актуальность создания специализированного цифрового ресурса, его функциональное назначение и эргономические принципы организации пользовательского взаимодействия. Описываются ключевые возможности системы, ориентированные на различные категории пользователей, и подходы к обеспечению комфортной работы с контентом.

Ключевые слова: веб-приложение, образование, русская литература, эргономика, UX/UI, адаптивный интерфейс, цифровая библиотека.

Введение. Современный образовательный процесс требует интеграции цифровых технологий, обеспечивающих доступность, наглядность и интерактивность учебных материалов. Особую актуальность это приобретает в контексте изучения гуманитарных дисциплин, таких как литература, где традиционные методы могут быть дополнены инновационными цифровыми решениями. Существующие платформы часто являются либо коммерческими, либо не учитывают специфику школьной программы и эргономические требования к длительной работе с текстом. Данное специализированное веб-приложение направлено на решение этих задач путем создания бесплатной, удобной и функциональной платформы для систематизированного изучения русской литературы учащимися 10–11 классов средней общеобразовательной школы.

Основная часть. В условиях цифровизации образования возрастает потребность в специализированных ресурсах, объединяющих библиотеку произведений, учебные программы и инструменты для интерактивной работы. Разрабатываемое веб-приложение призвано ликвидировать разрозненность источников, предоставив единую точку доступа к произведениям русской литературы в соответствии со школьной программой [1].

Разработка приложения обусловлена тремя ключевыми факторами. Во-первых, преодоление фрагментарности: пользователю не требуется искать материалы в различных источниках, так как все необходимые материалы собраны в едином каталоге, структурированном по различным критериям. Во-вторых, доступность: приложение полностью бесплатно и кроссплатформенно, с необходимостью работы только в браузере. В-третьих, эргономика: интерфейс разработан с учетом особенностей длительного чтения и современных пользовательских привычек [2].

Центральным элементом приложения является каталог произведений, который можно фильтровать по критериям: автор, жанр, исторический период, класс обучения и по базовой или профильной программе обучения. Пользователь может быстро найти необходимое произведение, ознакомиться с метаданными и перейти к чтению или скачиванию.

Универсальная система чтения в веб-приложении представлена в виде встроенного ридера. Процесс чтения упрощен: пользователь нажимает кнопку «Читать онлайн», получая текст в удобном оформлении. Ридер обеспечивает персонализацию: доступно изменение размера и типа шрифта, переключение цветовой схемы и настройка межстрочного интервала. Система автоматически сохраняет прогресс чтения, что позволяет пользователю продолжать с того же места при следующем использовании приложения.

Функционал персональных коллекций позволяет зарегистрированным пользователям формировать собственные подборки произведений и отслеживать прочитанное. В каталоге также предложены различные категории, сформированные автоматически по тем или иным

критериям или администратором. Административная часть решает задачу наполнения и актуализации контента: сотрудники школы могут добавлять новые произведения и сведения об авторах, редактировать записи и управлять структурой программ и тегов. Техническая сложность обработки форматов и хранения контента скрыта от администратора.

Эргономические аспекты проекта базируются на анализе целевой аудитории. Реализованы требования к управляемости и освоенности интерфейса [3]. Психологические требования обеспечивают предсказуемость и единообразие действий интерфейса. Психофизиологические требования направлены на снижение утомляемости: обеспечен высокий контраст текста и фона и использованы специализированные цветовые схемы [4].

С технической точки зрения приложение построено на базе современного стека технологий. Backend-часть реализована на платформе Spring Boot, что обеспечивает надежность серверной логики и безопасности посредством встроенных механизмов аутентификации и авторизации [5]. В качестве системы управления базами данных используется PostgreSQL. Клиентская часть разработана с использованием фреймворка Vue.js, что позволяет создавать динамичный интерфейс с высокой скоростью отклика [6].

Заключение. Разработанное веб-приложение представляет собой полнофункциональную образовательную платформу, которая решает задачу централизации и систематизации доступа к произведениям русской литературы для школьников. Реализованный с учетом эргономических принципов интерфейс и гибкая система работы с различными форматами электронных книг создают комфортные условия для изучения литературы. Внедрение данного приложения в образовательный процесс способствует повышению мотивации учащихся, упрощению работы преподавателей и популяризации чтения за счет удобства и доступности цифрового контента.

Список литературы

1. Роберт, И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты) / И. В. Роберт. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 398 с.
2. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – машина» : пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2017. – 80 с.
3. Баканов, А. С. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия / А. С. Баканов, А. А. Обознов. – М. : Институт психологии РАН, 2011. – 176 с.
4. Нильсен, Я. Веб-дизайн: книга Якоба Нильсена / Я. Нильсен, Х. Лоранжер. – СПб. : Символ-Плюс, 2017. – 512 с.
5. Мазуров, М. В. Разработка веб-приложений в Spring Framework 5 / М. В. Мазуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2020. – 496 с.
6. Фримен, А. Vue.js в действии / А. Фримен. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 480 с.

UDC 004.738.1:821.161.1

WEB APPLICATION FOR STUDYING RUSSIAN LITERATURE AT SCHOOL

Khimaroda V.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article discusses a web application that serves as a centralized educational platform for studying Russian literature within the 10th–11th grade curriculum of secondary schools. Emphasis is placed on the relevance of creating a specialized digital resource, its functional purpose, and the ergonomic principles of organizing user interaction. The key features of the system aimed at different user categories and approaches to ensuring comfortable work with literary content in various formats are described.

Keywords: web application, education, Russian literature, ergonomics, UX/UI, responsive interface, digital library.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА И ЕЁ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ефименко Р.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – магистр педагогических наук, старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье описывается автоматизированная система поддержки деятельности туристического агентства, направленная на повышение эффективности работы персонала и качества обслуживания клиентов. Актуальность разработки обоснована недостаточной эффективностью существующих программных решений и необходимостью создания адаптированной автоматизированной системы, учитывающей специфику деятельности туристического агентства. Проведенное эргономическое проектирование пользовательского интерфейса позволило обеспечить высокие показатели управляемости и осваиваемости. Реализация системы была выполнена с использованием ASP.NET Core MVC и СУБД Microsoft SQL Server.

Ключевые слова: автоматизированная система, туристическое агентство, веб-приложение, эргономическое обеспечение.

Введение. Широкое внедрение автоматизированных информационных систем в деятельность туристических агентств выдвигает задачу повышения эффективности работы персонала и качества информационного взаимодействия с пользователем на одно из приоритетных мест. Недостаточное внимание к целям пользователей, проектированию наиболее эффективных алгоритмов их работы, проектированию пользовательского интерфейса может приводить к увеличению когнитивной нагрузки, снижению результативности деятельности и удовлетворенности пользователей выполнения основных операций, что обуславливает необходимость эргономического проектирования разрабатываемого веб-приложения [1].

Основная часть. В настоящее время в деятельности туристических агентств применяются как специализированные программные продукты, так и универсальные средства автоматизации. К наиболее распространённым решениям относятся CRM-системы для туристического бизнеса, онлайн-системы бронирования туров и гостиниц, а также офисные программные средства. Например, во многих туристических агентствах до сих пор применяются универсальные офисные приложения (таблицы, текстовые документы) для учёта клиентов, туров и заказов. Данный подход отличается низким уровнем автоматизации, отсутствием целостной базы данных, сложностью контроля актуальности информации и ограниченными возможностями коллективной работы. Кроме того, такие методы не обеспечивают должного уровня эргономичности и требуют значительных временных затрат на выполнение типовых операций [2].

Анализ существующих методов и программных аналогов показал, что используемые решения либо не полностью соответствуют специфике деятельности туристического агентства, либо не учитывают эргономические требования к пользовательскому интерфейсу и сценариям взаимодействия. Выявленные недостатки обосновывают необходимость разработки собственной автоматизированной системы поддержки деятельности туристического агентства, ориентированной на оптимизацию бизнес-процессов, повышение удобства работы персонала и снижение трудоёмкости основных операций.

Нами была разработана автоматизированная система поддержки деятельности туристического агентства, предназначенная для автоматизации основных бизнес-процессов, включая обработку заявок и заказов от клиентов, управление предложениями бизнес-партнёров, ведение справочной информации и формирование отчётности, связанной с деятельностью турагентства.

На основе анализа предметной области и функциональных требований определены основные категории пользователей системы: администратор, менеджер по туризму и руководитель. Для формализации функциональных возможностей системы разработана диаграмма вариантов использования представленная на рисунке 1, отражающая доступные пользователям операции и их распределение по ролям. Диаграмма позволяет наглядно представить структуру взаимодействия пользователей с системой и используется в качестве основы для проектирования пользовательского интерфейса.

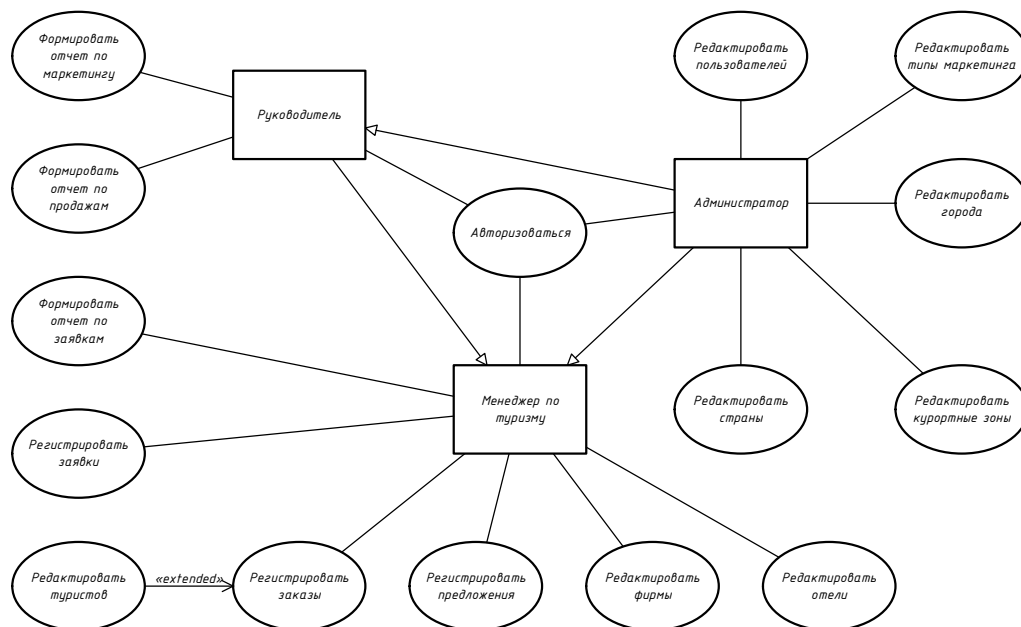


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Распределение функций между пользователем и системой выполнено с учетом преимущественных возможностей человека и технических средств. Пользователь осуществляет ввод и контроль данных, принятие решений и выбор сценариев работы, тогда как автоматизированная система обеспечивает хранение, обработку информации, формирование отчетов и контроль корректности вводимых данных [3].

Алгоритмы работы пользователей спроектированы таким образом, чтобы обеспечить достижение ими рабочих и личных целей с минимальными затратами времени.

Разработка и учет психофизиологических, психологических эргономических требований позволил создать веб-приложение с высокими показателями эргономичности: управляемость – 0,763; освояемость – 0,656; эргономичность – 0,731.

При создании программной части автоматизированной системы использовались современные технологии и программные средства, обеспечивающие надёжность, масштабируемость и удобство дальнейшего сопровождения. В качестве серверной платформы используется фреймворк ASP.NET Core MVC, позволяющий реализовать архитектуру с чётким разделением логики представления, бизнес-логики и доступа к данным. Для хранения и обработки информации применяется СУБД Microsoft SQL Server, обеспечивающая целостность данных, поддержку транзакций и высокую производительность при работе с большими объёмами информации. При разработке пользовательского интерфейса используются веб-технологии HTML, CSS и JavaScript, что позволяет сделать пользовательский интерфейс доступным через веб-браузер без установки дополнительного программного обеспечения. Выбор указанных технологий обеспечивает соответствие разрабатываемой системы современным требованиям к автоматизированным информационным системам [4].

В процессе тестирования автоматизированной системы поддержки деятельности туристического агентства была проведена эвристическая оценка пользовательского

интерфейса на основе десяти эвристик удобства использования, предложенных Якобом Нильсеном. В ходе тестирования проверялось соответствие интерфейса таким принципам, как наглядность состояния системы, соответствие интерфейса реальному рабочему процессу пользователя, единообразие элементов управления, предотвращение ошибок и минимизация когнитивной нагрузки. Особое внимание уделялось логичности навигации, понятности терминологии и удобству выполнения типовых операций.

Заключение. Разработана автоматизированная система поддержки деятельности туристического агентства, ориентированная на комплексную автоматизацию основных бизнес-процессов и повышение эффективности работы персонала.

Проведённый анализ предметной области и существующих программных решений позволил обосновать необходимость создания системы, учитывающей специфику деятельности туристического агентства и требования эргономического проектирования. В процессе проектирования были определены категории пользователей, формализованы функциональные возможности системы и выполнено рациональное распределение функций между человеком и программным обеспечением. Разработанные алгоритмы работы пользователей обеспечивают достижение рабочих целей с минимальными временными затратами и снижением когнитивной нагрузки.

Применение современных технологий разработки, а также проведение эвристической оценки пользовательского интерфейса подтвердили соответствие созданной системы требованиям надёжности, удобства и эффективности взаимодействия.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработанного веб-приложения в деятельность туристических агентств для оптимизации их работы и повышения качества обслуживания клиентов.

Список литературы

1. Морозов, А.В. Автоматизация деятельности туристических предприятий / А.В. Морозов, И.С. Лебедев ; под ред. д-ра техн. наук А.В. Морозова. – Москва : Инфра-М, 2021. – 256 с.
2. Кулябин, В.В. Основы проектирования информационных систем / В.В. Кулябин, С.Н. Орлов. – Санкт-Петербург : Питер, 2020. – 320 с.
3. Дмитриева, Н.А. Эргономика пользовательских интерфейсов информационных систем / Н.А. Дмитриева, П.В. Захаров // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2022. – № 3. – С. 45–57.
4. Соммервилл, И. Проектирование и разработка программных систем / И. Соммервилл ; пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2019. – 824 с.

UDC 004.9: 331.101.1

AUTOMATED SUPPORT SYSTEM FOR TRAVEL AGENCY ACTIVITIES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Efimencko R.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

A.Y. Yatskevich – Master of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the DEPE

Annotation. The article describes an automated system designed to support the activities of a travel agency, aimed at improving staff efficiency and the quality of customer service. The relevance of the development is justified by the insufficient effectiveness of existing software solutions and the need to create an adapted automated system that takes into account the specific features of travel agency operations. The ergonomic design of the user interface ensured high levels of controllability and learnability. The system was implemented using ASP.NET Core MVC and Microsoft SQL Server DBMS.

Keywords: automated system, travel agency, web application, ergonomic design.

УДК [004.774+378]:331.101.1

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНСПЕКТИРОВАНИЯ С АДАПТИВНОЙ СИСТЕМОЙ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ПОВТОРЕНИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Малахова К.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ,

Аннотация. В статье рассматривается разработка веб-приложения, предназначенного для конспектирования со встроенной системой интервальных повторений. Основное внимание уделено эргономике и удобству использования приложения, что позволяет пользователям совмещать конспектирование и составление карточек для интервального повторения. Приложение обеспечивает интуитивно понятный интерфейс, адаптивность дизайна и широкий функционал для запоминания материала.

Ключевые слова: веб-приложение, запоминание, интервальные повторения, конспектирование, когнитивная нагрузка.

Введение. Студенты, а также специалисты, занятые в сферах с высокой интенсивностью обновления знаний, сталкиваются с проблемой быстрого роста объемов информации, необходимой для запоминания. Согласно кривой забывания Эббингауза, через 20 минут после заучивания студенты помнят лишь 60 % материала, спустя девять часов – 40 %, а через месяц – чуть больше 20%. Согласно данной концепции, без закрепления и повторения мы не способны удержать знания даже на относительно короткое время [1]. В современных реалиях информационной перегрузки мозга данная проблема является достаточно важной и распространенной.

Анализ общепринятых методов обучения показывает, что конспектирование решает проблему структурирования материала и его первичной фиксации, но не активирует механизмы долговременной памяти. Зачастую знания закрепляются либо в краткосрочной, либо в оперативной памяти человека. В свою очередь метод интервальных повторений показал свою эффективность, но традиционно не интегрируется с конспектированием, а используется в виде отдельного приложения с карточками-опросами. Это приводит к дополнительной работе, потому что студент сначала оформляет конспект в одном приложении или вручную, а после переходит в приложение для повторений и отдельно создает карточки на основе заранее структурированного материала. Данный алгоритм обучения неудобен и менее эффективен, чем алгоритм, в котором пользователь использует одно приложение и для конспектирования, и для прохождения тестов по материалу. Эргономика последовательности с участием двух приложений часто нарушает когнитивный поток, вынуждая пользователя переключаться между несвязными интерфейсами.

Веб-приложение направлено на увеличение объемов запоминаемого материала, а также на его качество за счет использования алгоритмов интервального повторения. Оно должно повысить удобство взаимодействия со структурированным материалом путем внедрения интуитивно понятного интерфейса и адаптивного дизайна.

Основная часть. Разработанное веб-приложение построено на современном стеке технологий. Выбор инструментов обусловлен требованиями к кроссплатформенности, производительности, надежности хранения данных и эргономичности пользовательского интерфейса.

В качестве основного серверного языка программирования выбран PHP с версией 8.2 и выше. Данный язык программирования обладает широким инструментарием для веб-разработки и нативной поддержкой работы с протоколом HTTP. Высокая скорость выполнения скриптов в актуальных версиях позволяет обрабатывать запросы к адаптивному алгоритму интервальных повторений в реальном времени без длительных задержек. PHP

предоставляет развитые средства для работы с сессиями пользователей. Также хорошо интегрируется с системой управления базами данных PostgreSQL, что обеспечивает унифицированный доступ к данным [2].

Для обеспечения высокой производительности и отказоустойчивости используется связка Nginx + PHP-FPM.

Nginx выбран в качестве фронт-сервера благодаря асинхронной архитектуре, которая эффективно обрабатывает большое количество одновременных соединений. Данная технология выполняет роль прокси-сервера, отдавая статические файлы, перенаправляя динамические запросы на PHP-FPM.

PHP-FPM используется для обработки PHP-скриптов. Данная технология позволяет изолировать выполнение пользовательских скриптов и гибко настраивать потребление ресурсов, что критично для стабильности работы алгоритмов адаптивного планирования повторений.

Для хранения и обработки данных выбрана объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL. Архитектура базы данных включает таблицы для хранения информации о пользователях, ментальных карт, карточек с тестами по материалу и истории ответов. PostgreSQL эффективно работает с JSON-полями, что позволяет хранить гибкие метаданные для каждой карточки.

Приложение предоставляет широкий спектр функций, направленных на эффективное запоминания материала:

- создание визуального конспекта. Пользователь выбирает тип конспекта (ментальная карта, блок-схема, диаграмма). Система предоставляет холст и панель инструментов для добавления узлов, связей, текста, цветового оформления;
- редактирование структуры конспекта. Пользователь может изменять существующие элементы конспекта: перетаскивать узлы, изменять связи между ними, редактировать текст внутри узлов, изменять иерархию. Все изменения сразу отображаются на холсте с возможностью отмены действия;
- добавление мультимедийных элементов в конспект. Через панель инструментов или контекстное меню пользователь может добавлять к узлам конспекта изображения (загрузка с устройства или по URL), аудио-заметки (запись с микрофона или загрузка файла), цветовые метки и иконки. Система отображает превью медиа-файлов;
- прохождение тестов в соответствии с алгоритмом интервальных повторений. На основе введенных данных (сложность материала, желаемая частота повторений) система формирует график повторений. Алгоритм учитывает историю ответов пользователя для корректировки интервалов;
- отметка о выполнении повторения. После открытия конспекта для повторения пользователь изучает материал и отмечает степень усвоения («Сложно», «Нормально», «Легко»). На основе этой оценки система пересчитывает интервал до следующего повторения;
- просмотр статистики прогресса обучения. Пользователь видит графики и цифры: количество повторений, процент усвоения материала, прогноз запоминания;
- добавление текстовых аннотаций и заметок к элементам конспекта. При выделении узла на панели инструментов появляется кнопка «Добавить заметку». Пользователь вводит текст в всплывающем окне. Заметка сохраняется и отображается при наведении курсора на специальный значок рядом с узлом;
- сохранение конспекта в различных форматах (pdf, png);
- архивирование пройденных ментальных карт. После прохождения необходимого материала пользователь может архивировать ментальную карту, чтобы она не отображалась в общем списке;
- удаление и восстановление созданных карт. Пользователь может перенести ментальную карту в корзину и в течение 30 дней восстановить ее в список основных карт. По истечению 30 дней ментальная карта удаляется из базы данных и не подлежит восстановлению;
- предоставление возможности поделиться ментальной картой. Пользователь может поделиться ссылкой на ментальную карту для ее просмотра сторонним пользователем путем нажатия на иконку «Поделиться» на странице редактирования карты, а также на странице

списка карт пользователя.

Особое внимание при разработке приложения уделено эргономике и пользовательскому опыту. Интерфейс приложения разработан с учетом принципов, предложенных в работе Якоба Нильсена «10 эвристик юзабилити» [3]. Интерфейс позволяет видеть ясный статус системы: при сохранении конспекта, изменении данных профиля и составлении карточки для интервального повторения высвечивается уведомление «Сохранено». Интерфейс также поддерживает эвристику последовательности и стандартов: система однородна, с едиными функциями, обозначениями и понятиями. Интерфейс интуитивно понятен, все необходимые функции расположены в пределах 3 кликов. Дизайн адаптивен: иконки меню при уменьшении экрана переходят в отображающийся список после клика на него. Также реализована функция обратной связи для решения проблем, связанных с программой: в систему внедрены такие элементы помощи как часто задаваемые вопросы и ответы на них, а также форма для связи с сотрудником, отвечающим за помощь клиентам сайта.

Заключение. В результате разработки было создано веб-приложение, которое с помощью алгоритма интервальных повторений и структурирования конспектов в ментальные карты (диаграммы, блок-схемы) позволяет пользователю запоминать материал гораздо эффективнее. Благодаря использованию эвристики Нильсена, интерфейс удобен в использовании и интуитивно понятен, что помогает эффективно работать с веб-приложением и находить необходимые функции без посторонней помощи и обучения.

Список литературы

1. Что такое кривая забывания и как помочь студентам запомнить информацию надолго [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/education/cto-takoe-krivaya-zabyvaniya/>. Дата доступа: 15.02.2026.
2. PostgreSQL PHP: Connect to PostgreSQL Database Using PDO [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://neon-nextpp.vercel.app/postgresql/postgresql-php/connect>. Дата доступа: 16.02.2026.
3. Эвристики Нильсена: 10 принципов юзабилити дизайна сайтов Эвристики Нильсена: 10 принципов юзабилити дизайна сайтов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/evristiki-nilsena-v-dizayne-interfeysov/#obzor-10-evristik-nilsena>. Дата доступа: 17.02.2026.

UDC [004.774+378]:331.10.1

WEB APP FOR NOTE-TAKING WITH AN ADAPTIVE INTERVAL REPEAT SYSTEM AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Malakhova K.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics Minsk, Republic of Belarus

Parkhomenka D.A. - Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article discusses the development of a web application designed for note-taking with a built-in spaced repetition system. The focus is on the ergonomics and usability of the application, allowing users to combine note-taking and spaced repetition flashcards. The application provides an intuitive interface, adaptive design, and extensive functionality for memorizing material.

Keywords: web application, memorization, interval repetition, note-taking, cognitive load.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАДРОВОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Марецкий Н.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье описано веб-приложение, предназначенное для оптимизации работы кадровой службы предприятия. Раскрывается функционал системы, направленный на улучшение документооборота, управления персоналом. Приводятся обоснования выбора технологического стека.

Ключевые слова: автоматизация, веб-приложение, система управления персоналом, Django, FastAPI, PostgreSQL.

Введение. Эффективность работы отдела кадров (HR-департамента) является одним из критически важных факторов успешной деятельности современного предприятия. В настоящее время значительная часть рутинной работы кадровых служб многих организаций по-прежнему базируется на бумажной документации и разрозненных электронных таблицах. Такой подход становится источником систематических ошибок, обусловленных человеческим фактором, приводит к неоправданным затратам рабочего времени сотрудников и создает существенные преграды для стратегического управления персоналом. Отсутствие оперативного доступа к актуальной информации замедляет процесс принятия управленческих решений и снижает гибкость компании в условиях быстро меняющегося рынка. Всё это ведет к снижению оперативности работы и затрудняет проведение своевременного анализа кадровых данных. В связи с этим актуальной задачей является разработка специализированного веб-приложения, которое позволит централизовать хранение данных, автоматизировать ключевые HR-процессы и значительно снизить временные затраты на выполнение рутинных операций.

Основная часть. Деятельность отдела кадров неразрывно связана с обработкой огромного количества документов и персональной информации. Отсутствие структурированной единой системы ведет к высоким временным затратам на выполнение стандартных операций и риску потери актуальности данных [1]. Современные тенденции цифровизации управления персоналом диктуют необходимость внедрения комплексных решений, обеспечивающих не только точный учет, но и глубокую аналитику кадровых процессов [2].

Разрабатываемое веб-приложение строится на основе микросервисной архитектуры, что обеспечивает гибкость, отказоустойчивость и простоту масштабирования системы. Выделение отдельных сервисов позволяет охватить все ключевые аспекты деятельности HR-специалиста:

1 Сервис управления персоналом реализует полный цикл работы с сотрудником: от подбора и первичного тестирования до оформления переводов, увольнений и ведения цифрового личного дела.

2 Сервис электронного документооборота обеспечивает удобную генерацию типовых приказов и договоров с использованием шаблонов, внедряет систему их электронного согласования и гарантирует безопасное хранение документов в защищенном архиве.

3 Сервис учета рабочего времени и отсутствий предоставляет интерактивный календарь отпусков, инструменты для планирования командировок и гибкой фиксации рабочего графика сотрудников.

4 Сервис отчетности и аналитики позволяет руководству и HR-менеджерам отслеживать ключевые показатели эффективности (KPI) через наглядные дашборды, а также формировать детализированные отчеты с помощью встроенного конструктора.

В качестве технологического стека для backend-разработки выбраны Python с

фреймворками Django и FastAPI, что обусловлено их высокой скоростью разработки, богатым функционалом и способностью обрабатывать высокие нагрузки [3]. Frontend-часть приложения создается на современной фреймворке Vue.js, что гарантирует создание эстетичного, интуитивно понятного и динамичного пользовательского интерфейса. Для надежного хранения данных используется СУБД PostgreSQL, которая обеспечивает высокую целостность данных, поддержку сложных запросов и безопасность при работе с конфиденциальной информацией [4].

В процессе разработки особое внимание уделяется вопросам безопасности (разграничение доступа, шифрование данных) и эргономике интерфейса. Ключевая задача – сделать приложение максимально удобным и простым для сотрудников, не обладающих глубокими техническими навыками. Внедрение разработанного веб-приложения позволит перевести документооборот с бумажных носителей в электронный вид, автоматизировать процесс поиска и подбора специалистов, а также минимизировать вероятность ошибочных решений при кадровых назначениях за счет наличия полной и достоверной информации.

Заключение. Разработанное веб-приложение представляет собой современное и эффективное решение для оптимизации работы отдела кадров. Автоматизация рутинных задач, централизованное хранение данных в едином пространстве и предоставление удобных инструментов для аналитики позволяют HR-специалистам быстрее взаимодействовать с информацией, качественно подготавливать отчеты и высвобождать время для решения более стратегических задач по развитию персонала. Использование передовых технологий и микросервисной архитектуры наделяет систему высокой отказоустойчивостью, гибкостью и готовностью к дальнейшему масштабированию по мере роста потребностей предприятия. Таким образом, внедрение данного приложения будет способствовать существенному повышению эффективности, прозрачности и улучшению качества управления человеческими ресурсами в организации.

Список литературы

1. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами. – СПб.: Питер, 2020.
2. Дейнеко А.В. Цифровая трансформация HR: от автоматизации процессов к интеллектуальному анализу данных // Управление персоналом. – 2022. – №5. – С. 45-52.
3. Django Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.djangoproject.com/>.
4. PostgreSQL Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>.

UDC 004.418

A WEB APPLICATION FOR OPTIMIZING THE WORK OF AN ENTERPRISE'S HR DEPARTMENT

Maretsky N.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. This article describes a web application designed to optimize the work of an enterprise's HR department. The system's functionality aimed at improving document flow and personnel management is described. The rationale for the choice of the technology stack is provided.

Keywords: automation, web application, HR management system, Django, FastAPI, PostgreSQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕНТОРСТВА

Островский Я.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – к. г. н., доцент кафедры ИпиЭ

Аннотация. В статье рассматривается веб-приложение для цифровизации процесса адаптации новых сотрудников на производственных предприятиях. Описана микросервисная архитектура системы, модель ролевого управления доступом с тремя ролями пользователей, механизм управления задачами с контролем соблюдения требований охраны труда, а также инструменты обмена знаниями между менторами и стажёрами.

Ключевые слова: адаптация персонала, менторство, веб-приложение, микросервисная архитектура, RBAC, JWT, WebSocket, MongoDB, Docker, PostgreSQL, MinIO.

Введение. Адаптация новых сотрудников — критически важный этап, от которого во многом зависит их дальнейшая производительность и закрепление на предприятии. В производственной среде этот процесс дополнительно осложняется строгими требованиями охраны труда и необходимостью передачи специфических технологических знаний. Существующие подходы, как правило, опираются на бумажные инструкции и неформализованную передачу знаний от опытных сотрудников новичкам, что снижает управляемость и результативность процесса адаптации [1]. Настоящая работа посвящена разработке специализированного веб-приложения, автоматизирующего взаимодействие менторов, стажёров и административного персонала в производственных условиях.

Основная часть. Разрабатываемая система построена на микросервисной архитектуре, что обеспечивает независимое масштабирование компонентов и упрощает их сопровождение [2]. Взаимодействие сервисов осуществляется через API-шлюз, а все компоненты упакованы в Docker-контейнеры и управляются посредством Docker Compose, что позволяет развернуть всю платформу единственной командой.

Управление доступом реализовано на основе модели RBAC (Role-Based Access Control) с тремя ролями: администратор, ментор и стажёр. Аутентификация построена на JWT-токенах, в полезную нагрузку которых включено поле `role`. Это позволяет фронтенду динамически формировать соответствующий роли интерфейс: администратор управляет пользователями, учебными материалами и настройками платформы, ментор формирует задачи и учебные материалы, стажёр выполняет назначенные ему задания.

Ключевым функциональным модулем является сервис задач, реализующий Kanban-доску со строго заданной последовательностью статусов. Каждая задача проходит фиксированный путь: от очереди выполнения — через активную работу и проверку ментором — до закрытия. Производственная специфика учтена через встроенные чек-листы по охране труда: стажёр вправе приступить к выполнению задания лишь после подтверждения ознакомления со всеми пунктами техники безопасности. Данный механизм снижает риск нарушений требований промышленной безопасности.

Пользовательский интерфейс организован в виде многостраничного веб-приложения с отдельной навигацией для каждой роли. Маршруты и доступные виджеты формируются динамически на основе роли, закреплённой в JWT-токене: каждый пользователь видит только те разделы, к которым у него есть права. Защита маршрутов обеспечивается на уровне клиента посредством проверки токена при загрузке страницы, что исключает несанкционированный доступ к закрытым разделам интерфейса.

Для оперативного взаимодействия менторов и стажёров предусмотрен чат-сервис на основе WebSocket. История переписки сохраняется в MongoDB, что обеспечивает гибкое

хранение документоориентированных данных и эффективный доступ к истории сообщений.

Хранение учебных материалов реализовано с разделением ответственности: объектное хранилище MinIO содержит сами файлы – PDF-документы, изображения и иные вложения, – тогда как PostgreSQL хранит метаданные: наименование, автора загрузки, привязку к курсу или задаче, ссылку на объект в S3-совместимом хранилище. Такой подход позволяет ментору однократно загрузить материал и назначить его нескольким стажёрам без дублирования файлов.

С позиций системного проектирования в приложении реализован ряд инженерных практик: структурированное логирование в формате JSON для последующей агрегации, эндпоинты /health для контроля доступности каждого сервиса через API-шлюз, а также версионирование схемы базы данных посредством Alembic, исключающее ручное изменение структуры таблиц [3]. Совокупность перечисленных решений формирует наблюдаемую и воспроизводимую инфраструктуру.

Для обеспечения корректности бизнес-логики каждый микросервис покрывается модульными тестами. Интеграционное тестирование проверяет взаимодействие сервисов через API-шлюз: корректность маршрутизации запросов, соблюдение ролевых ограничений и целостность данных между PostgreSQL, MongoDB и MinIO. Применение данной стратегии тестирования позволяет выявить регрессии на ранних этапах разработки и поддерживать стабильность системы при итеративном расширении функциональности.

Закключение. Разработанное веб-приложение обеспечивает системный подход к адаптации персонала в производственных условиях. Объединение ролевой модели доступа, структурированного управления задачами с контролем охраны труда, инструментов коммуникации и базы учебных материалов в единую платформу позволяет стандартизировать процесс адаптации и снизить нагрузку на менторов [4]. Применение микросервисной архитектуры и контейнеризации обеспечивает масштабируемость системы и простоту её развёртывания на реальном производственном предприятии.

Список литературы

1. Кондратенко, Д.С. Обзор современных методов управления адаптацией персонала: особенности применения, преимущества и недостатки / Д.С. Кондратенко, О.А. Тимохина // Вестник науки и образования. – 2023. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-metodov-upravleniya-adaptatsiey-personala-osobennosti-primeneniya-preimuschestva-i-nedostatki> (дата обращения: 01.03.2026).
2. Бондаренко, А.С. Управление контейнерами при построении распределённых систем с микросервисной архитектурой / А.С. Бондаренко, К.С. Зайцев // Вестник науки и образования. – 2023. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-konteynerami-pri-postroenii-raspredeennyh-sistem-s-mikroservisnoy-arhitekturoy> (дата обращения: 01.03.2026).
3. Ньюман, С. Создание микросервисов / С. Ньюман. – СПб. : Питер, 2022. – 624 с.
4. Тимонин, И.И. Особенности использования цифровых технологий в адаптации персонала организации / И.И. Тимонин, И.В. Кохова // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12, № 5. – С. 175–181.

UDC 331.108.38-044.332

WEB APPLICATION FOR PERSONNEL ONBOARDING IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTS USING MENTORSHIP

Astrouski Y.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of IPiE

Annotation. The paper presents a web application for digitalizing the onboarding process for new employees at industrial enterprises. The system's microservice architecture is described, along with a three-role access control model, a task management mechanism with occupational safety compliance enforcement, and knowledge-sharing tools between mentors and interns.

Keywords: personnel adaptation, mentorship, web application, microservice architecture, RBAC, JWT, WebSocket, MongoDB, Docker, PostgreSQL, MinIO.

РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ-БОТА С ИНСТРУКЦИЕЙ ПО ОКАЗАНИЮ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Павлюченко Ю.М., Шатило З.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Рышкель О. С. – к. с.-х. н., доцент, доцент кафедры ИПЭ

Аннотация. Представлен проект по внедрению цифрового помощника (Telegram-бота) в систему массовой подготовки населения к действиям в чрезвычайных ситуациях. Основная задача разработки – систематизация информации для упрощения поиска и снижение времени реакции людей при необходимости оказать первую помощь. Бот предоставляет адаптированные, но строго соответствующие доказательной медицине инструкции по первой помощи, что способствует правильному оказанию первой медицинской помощи.

Ключевые слова: первая помощь, доврачебная помощь, алгоритм действий, Telegram-бот, чрезвычайная ситуация

Введение. Одной из проблем современного информационного пространства является переизбыток противоречивых сведений, что затрудняет оперативный поиск необходимой информации, особенно в условиях экстренной ситуации. При оказании первой помощи в чрезвычайных ситуациях временной фактор играет ключевую роль. Для оптимизации поиска информации и систематизации порядка действий оказания первой помощи был разработан телеграм-бот под названием SaveLife.

Основная часть. Интерфейс бота представляет собой иерархическое меню, где каждый пункт соответствует определенной чрезвычайной ситуации, в которой человеку требуется медицинская или экстренная помощь (рисунок 1).

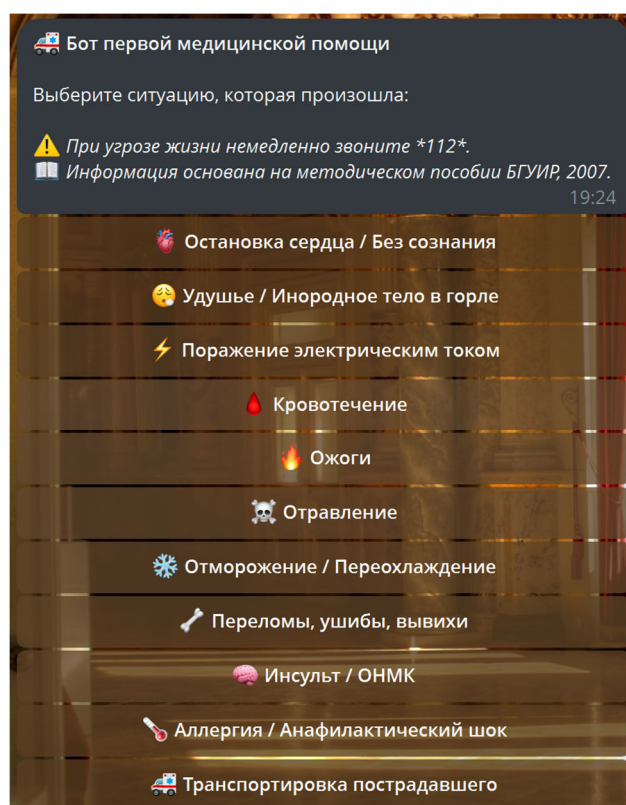


Рисунок 1 – Графический интерфейс бота

В меню представлены наиболее частые или опасные ситуации, в которых важно действовать правильно, чтобы не навредить пострадавшему и себе [1].

За выбором ситуации следует вывод структурированного сообщения, содержащего информацию с четкой последовательностью действий, которые необходимо как можно скорее предпринять. Помимо основного алгоритма действий, в конце инструкции приводятся частные случаи и важные замечания, на которые следует обратить внимание. В качестве примера приведен алгоритм действий при потере сознания (рисунок 2) [2]. Аббревиатура СЛР в тексте означает сердечно-легочную реанимацию. Учитывая, что методика ее проведения зависит от возраста пострадавшего (взрослые или младенцы), бот предлагает дополнительные инструкции, доступные через соответствующие пункты в меню.

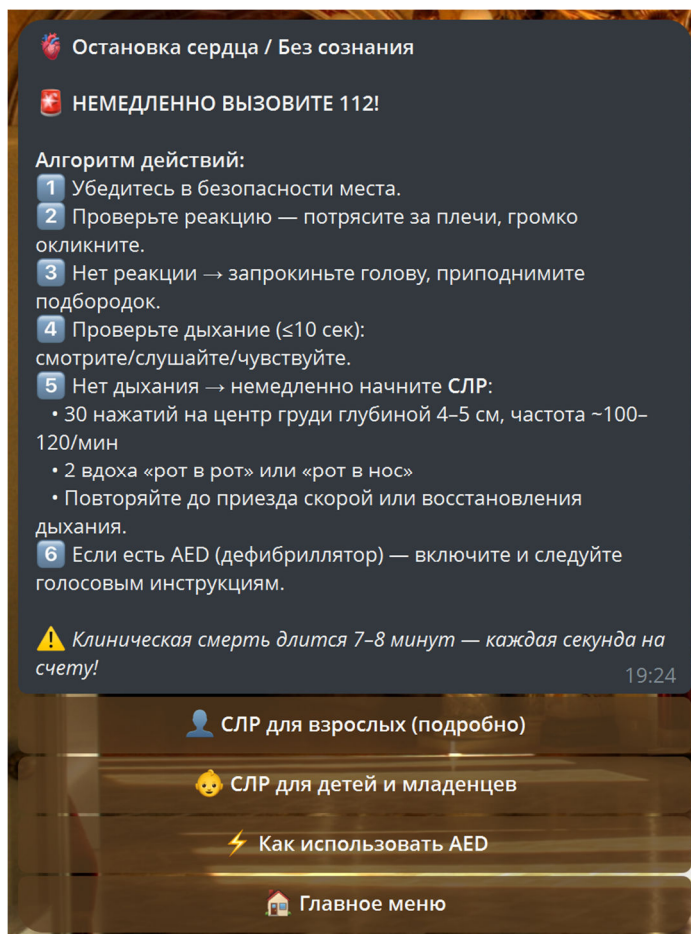


Рисунок 2 – Алгоритм действий оказания первой помощи

Предложенная структура подачи материала позволяет минимизировать время на ознакомление с инструкцией и ускорить реакцию на сложившуюся ситуацию. Лаконичность и визуальная логика изложения способствуют быстрому принятию решений, исключая необходимость анализа теоретических основ в условиях дефицита времени.

Разработанный программный продукт ориентирован на широкий круг пользователей и может быть использован в различных сферах: для индивидуального использования любым человеком, оказавшимся свидетелем или участником происшествия; для образовательного процесса – бот может выступать в роли памятки при индивидуальном обучении, так и для студентов различных специальностей, в том числе медицинских (так как бот основан на достоверных медицинских данных); для профессиональной деятельности – может использоваться как шпаргалка до приезда скорой помощи сотрудниками служб, не имеющих медицинского профиля (пожарные, полицейские, охранники).

Универсальность доступа (через мессенджер на смартфоне) и отсутствие необходимости предварительной установки делают бот «SaveLife» эффективным инструментом массового

информирования.

Выбор платформы Telegram обусловлен её широким распространением среди различных возрастных групп населения, стабильностью работы и возможностью функционирования в условиях ограниченного интернет-соединения. Данная платформа не требует дополнительной установки приложений и позволяет охватить максимально широкую аудиторию без дополнительных финансовых затрат со стороны пользователя.

Тем не менее важно помнить, что перед оказанием первой помощи необходимо убедиться, что человек в ней нуждается, что при оказании помощи вы не навредите себе, а также что окружающая обстановка достаточно безопасная (например, если в момент обнаружения пострадавшего он находится в горящем доме, его необходимо транспортировать в более безопасное место для оказания первой помощи).

Необходимо помнить о своей безопасности. Так, например, если у вас есть открытая рана, также как и у пострадавшего, нужно в первую очередь обезопасить себя, особенно если человек вам не знаком, так как человек может быть носителем заболеваний, передающихся через кровь, даже если это не видно на первый взгляд [3].

Заключение. В ходе работы был разработан и описан функционал Telegram-бота «SaveLife», направленный на информирование населения о правилах оказания первой помощи в чрезвычайных ситуациях. Главным преимуществом разработки является сочетание компактности, структурированности и доказательной базы заложенной информации.

Использование подобных цифровых инструментов позволяет решить проблему информационного хаоса в критический момент и способствует повышению шансов пострадавших на выживание до приезда медицинских работников, повышает осведомленность молодого поколения о правилах и способах оказания первой медицинской помощи. Перспективой дальнейшего развития бота является расширение базы сценариев (добавление помощи при отравлениях, утоплении, электротравмах) и интеграция мультимедийного контента (схемы, короткие видео).

Список литературы

1. Асаенко И. С. Оказание первой медицинской (доврачебной) помощи в чрезвычайных ситуациях техногенного характера/ И. С. Асаенко, Г. М. Дунаева, Л. А. Корбут, Т. Ф. Михнюк, К. Д. Яшин // УО «БГУИР». – 2007. – с. 5-33.
2. Правила оказания первой медицинской помощи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bsmf.by/press-tsentr/poleznostnat/pervaya-pomoshch-cto-delat/pravila-okazaniya-pervoj-meditsinskoj-pomoshchi>. Дата доступа: 05.03.2026.
3. Личная помощь при оказании первой помощи [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mchs.gov.ru/deyatelnost/bezopasnost-grazhdan/lichnaya-bezopasnost-pri-okazanii-pervoy-pomoshchi_5. Дата доступа 10.03.2026

UDC 004.773.6:614.812

DEVELOPMENT OF A TELEGRAM BOT WITH FIRST AID INSTRUCTIONS

Yu. M. Pavlyuchenko, Z. A. Shatilo

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

O. S. Ryshkel – Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor, Associate Professor of the Department of IPE

Annotation. This paper presents a project to integrate a digital assistant (Telegram bot) into a system for mass public preparedness for emergency response. The primary objective of the development is to systematize information to simplify searches and reduce response times when first aid is needed. The bot provides adapted, yet strictly evidence-based, first aid instructions, facilitating the proper delivery of first aid.

Keywords: first aid, pre-hospital care, action plan, Telegram-bot, emergency

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЮРИДИЧЕСКИМИ ДЕЛАМИ И ДОКУМЕНТАМИ

Петрожицкая В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр технических наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается разработка веб-приложения для автоматизации управления юридическими делами и документами. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности работы юридических отделов и оптимизации процессов обработки и хранения юридической документации. Описываются основные функциональные возможности системы, а также рассматриваются механизмы уведомлений, аналитики нагрузки сотрудников и архивации дел. Предложенное веб-приложение позволяет централизовать управление юридической информацией, повысить прозрачность рабочих процессов и сократить время обработки юридических документов.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизация юридической деятельности, управление юридическими делами, электронные документы, юридическая информационная система.

Введение. Юриспруденция играет важную роль в функционировании современного общества, обеспечивая регулирование общественных отношений, защиту прав и законных интересов граждан, организаций и государства. Эффективная деятельность юридических служб во многом зависит от своевременной обработки правовой информации, подготовки процессуальных документов и контроля за рассмотрением юридических дел. В процессе работы юридических отделов формируется значительное количество документов, ведется учет дел и осуществляется контроль сроков их рассмотрения, что требует высокой точности и системности в работе [1].

В Республике Беларусь вопросам правовой информатизации уделяется значительное внимание на государственном уровне. В стране функционирует система правовой информации, обеспечивающая доступ граждан и организаций к нормативным правовым актам и другим правовым ресурсам. Однако в практической деятельности юридических отделов организаций по-прежнему сохраняется проблема недостаточной автоматизации внутренних рабочих процессов [2, 3].

Целью данного исследования является разработка веб-приложения для автоматизации управления юридическими делами и документами. Разрабатываемая система позволит сотрудникам юридического отдела регистрировать и систематизировать информацию о делах в единой базе данных, хранить и обрабатывать юридические документы, а также формировать их на основе заранее подготовленных шаблонов. Кроме того, приложение обеспечит распределение задач между сотрудниками, контроль сроков выполнения поручений и отслеживание текущего состояния дел, а также позволит анализировать нагрузку сотрудников и количество выполненных дел.

Основная часть. Для достижения поставленной цели была изучена предметная область управления юридическими делами, проанализированы существующие информационные системы для учета юридической документации, определены их преимущества и недостатки, спроектирована структура базы данных, а также разработано функциональное наполнение веб-приложения и пользовательский интерфейс системы.

Основной задачей системы является централизованное хранение информации о юридических делах, документах и задачах сотрудников, а также обеспечение удобного доступа к данным для всех участников рабочего процесса. Разрабатываемое веб-приложение позволит сотрудникам вносить информацию о юридических делах в общую базу данных, а также управлять связанными документами и задачами. Система обеспечит возможность отслеживания текущего статуса дел, контроля сроков их рассмотрения и анализа нагрузки сотрудников. На рисунке 1 представлена структура системы управления юридическими делами и документами.



Рисунок 1 – Структура системы управления юридическими делами и документами

В системе предусмотрено несколько ролей пользователей, каждая из которых обладает определенными функциями и правами доступа. Секретарь отвечает за регистрацию новых дел и внесение основной информации, включая наименование дела, категорию, дату регистрации и дату рассмотрения, а также назначение ответственного юриста. Юрист получает доступ к назначенным делам, может добавлять документы, комментарии и изменять статус дела в процессе его рассмотрения. Начальник юридического отдела осуществляет контроль выполнения задач, проверяет завершенные дела и принимает решение об их закрытии или отправке в архив.

Проведено проектирование функциональной структуры информационной системы, в результате чего выделены основные функции приложения:

- регистрация и учет юридических дел;
- распределение дел между сотрудниками юридического отдела;
- хранение и управление юридическими документами;
- создание документов на основе заранее подготовленных шаблонов;
- изменение статусов дел и контроль сроков их рассмотрения;
- создание и управление задачами и поручениями для сотрудников;
- просмотр информации о сотрудниках юридического отдела;
- анализ нагрузки сотрудников и количества выполненных дел.

Каждое юридическое дело в системе представлено в виде отдельной записи в базе данных и имеет собственную страницу с подробной информацией. На странице дела отображаются основные сведения, прикрепленные документы, комментарии юриста и история изменений статусов. При добавлении информации система автоматически фиксирует пользователя, дату и время внесения данных.

Разработанная система предоставляет пользователям единое рабочее пространство для взаимодействия с юридическими делами и документами. С ее помощью сотрудники могут оперативно получать доступ к информации по делам, добавлять необходимые материалы и отслеживать изменения статусов. Централизованное хранение данных упрощает поиск информации и обеспечивает более организованную работу юридического отдела, а также способствует повышению контроля над выполнением задач и сроками рассмотрения дел. На рисунке 2 представлено рабочее окно веб-приложения.

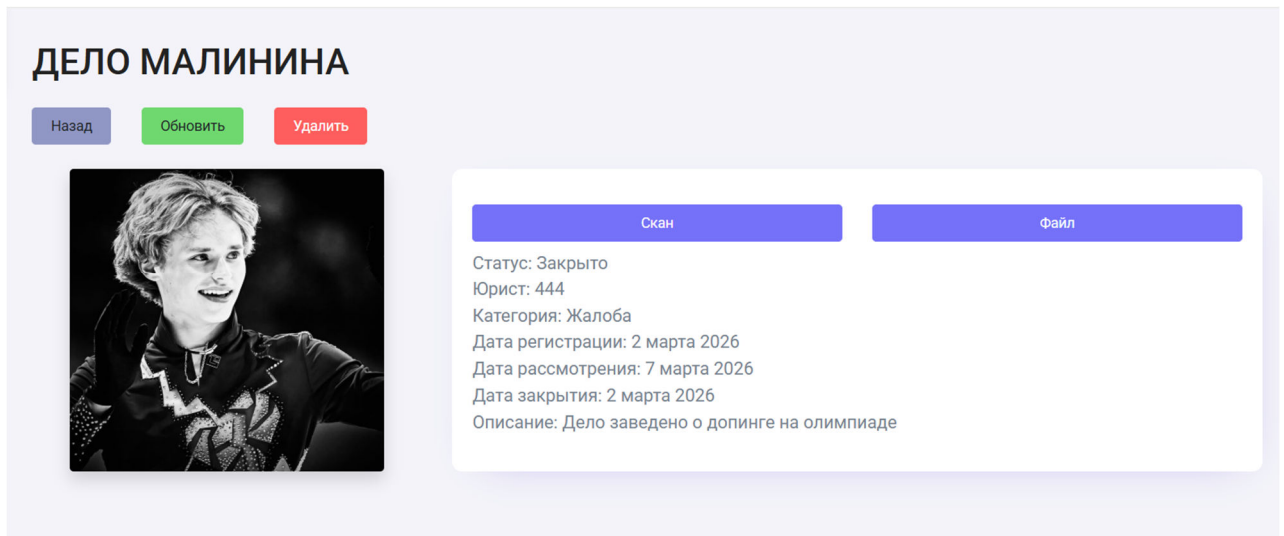


Рисунок 2 – Окно веб-приложения

На данной странице отображается конкретное дело и данные о нем. Также присутствуют кнопки «скан» и «файл», содержащие дополнительные документы о деле. При нажатии данных кнопок файлы скачиваются на устройство.

На рисунке 3 представлено окно «личные дела юриста». Данное окно выполнено в стиле заметок-календаря, где расписаны все назначенные дела, их статус и даты рассмотрения.

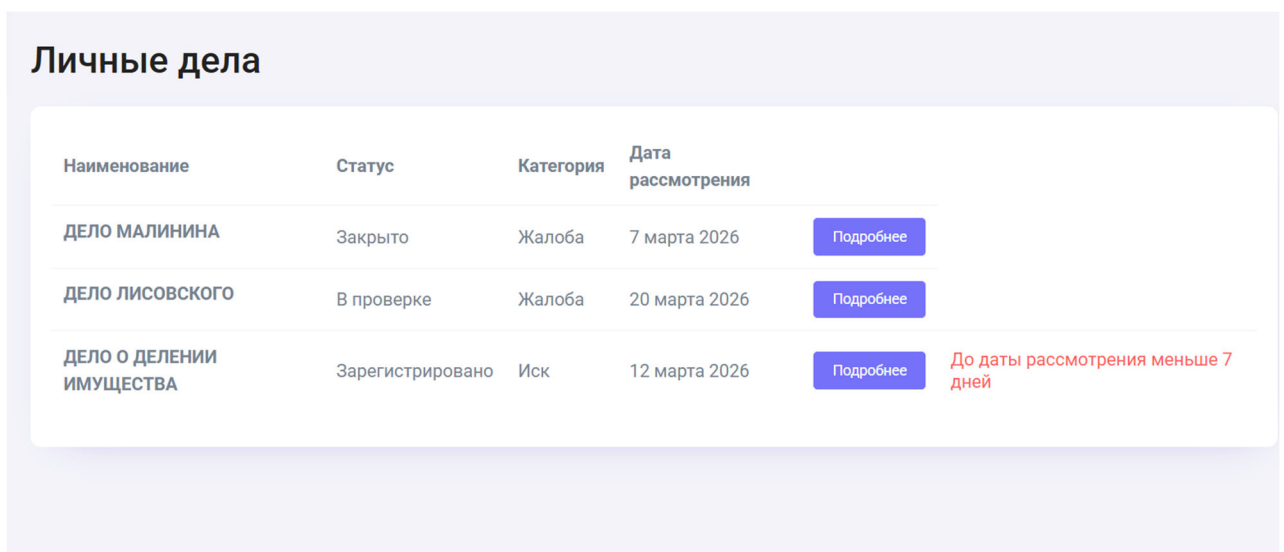


Рисунок 3 –Окно «личные дела юриста»

Также присутствует уведомление сколько дней осталось до даты рассмотрения, что позволяет сотруднику вовремя выполнить работу. На рисунке 4 представлена аналитика по работе сотрудников, статусы дел и т.д.

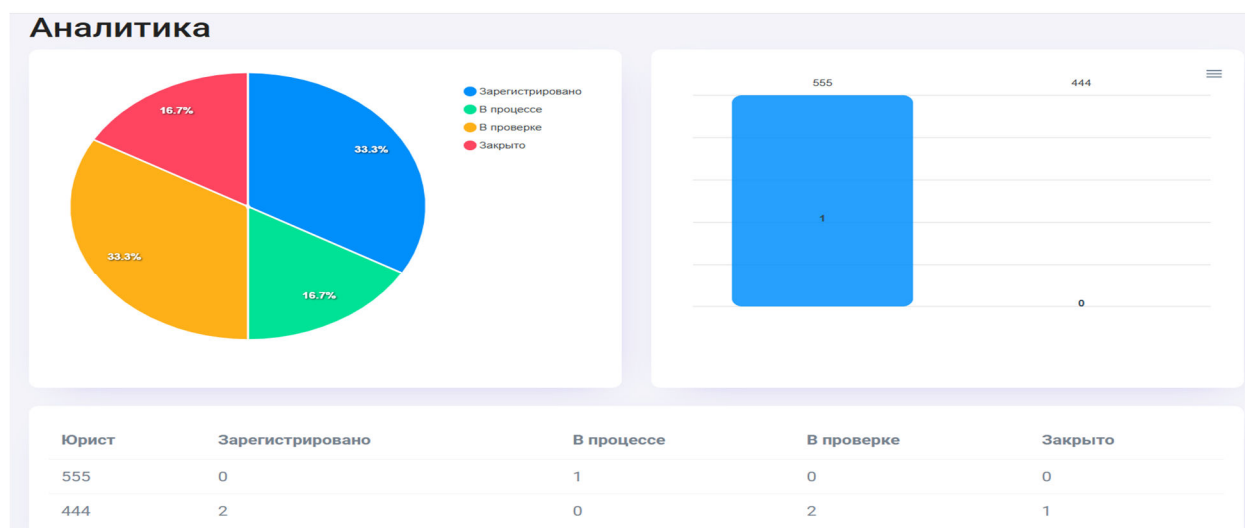


Рисунок 4 – Аналитика работы сотрудников

Заключение. Представленная структура и функциональные возможности разработанного веб-приложения позволяют автоматизировать процессы управления юридическими делами и документами. Использование системы обеспечивает централизованное хранение информации, упрощает работу с юридическими документами и позволяет контролировать ход выполнения задач сотрудниками юридического отдела.

В условиях развития информационных технологий дальнейшее развитие и совершенствование подобных систем является важным направлением цифровизации юридической деятельности, позволяя повысить эффективность работы специалистов и улучшить организацию обработки правовой информации.

Список литературы

1. Министерство юстиции Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minjust.gov.by/>– Дата доступа: 06.03.2026.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>– Дата доступа: 06.03.2026.
3. Верховный суд Республики Беларусь. Статистика дел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://court.gov.by/ru/justice_rb/statistics/– Дата доступа: 03.03.2026.

A WEB APPLICATION FOR AUTOMATING THE MANAGEMENT OF LEGAL CASES AND DOCUMENTS

Petrozhitskaya V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – master of technical sciences, assistant of the department of EPE

Annotation. The article discusses the development of a web application for automating the management of legal cases and documents. The relevance of the research is due to the need to increase the efficiency of legal departments and optimize the processes of processing and storing legal documentation. The basic functionality of the system is described, as well as notification mechanisms, employee workload analytics, and case archiving. The proposed web application allows you to centralize the management of legal information, increase the transparency of business processes and reduce the processing time of legal documents.

Keywords: web application, automation of legal activity, legal case management, electronic documents, legal information system.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДУБРАВ

Шаболда П.А., Воробей Е.И.

*Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
г.Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для автоматизации трёхлетнего мониторинга экологического состояния трёх дубрав (общей площадью ≈ 6 га) на северо-западе г. Бобруйска. Система реализует функционал внесения данных геоботанического описания древостоя, кустарникового и травяного ярусов, автоматический расчёт коэффициентов состояния, визуализацию динамики показателей по годам и площадкам. Приложение позволяет отслеживать изменения видового и количественного состава дубрав, анализировать деградацию древостоя и формировать отчёты о состоянии насаждений. Внедрение цифрового инструмента повысило эффективность сбора данных мониторинга и обеспечило наглядное представление результатов исследований. Система может использоваться для долговременного экологического мониторинга лесных экосистем в условиях умеренной антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: веб-приложение, цифровизация мониторинга, экологическое состояние, дубравы, геоботаническое описание, визуализация данных.

Введение. В Бобруйском районе дубовые рощи занимают небольшие площади и подвергаются сильному антропогенному воздействию. Дубравы испытывают деградацию, проявляющуюся в ухудшении состояния древостоя и отсутствии естественного возобновления. Традиционные методы экологического мониторинга лесных экосистем связаны с ручным сбором данных, бумажной документацией и трудоёмкой обработкой результатов. В условиях необходимости многолетних наблюдений за состоянием дубрав г. Бобруйска возникла потребность в цифровизации процесса мониторинга для повышения точности, оперативности и удобства анализа данных [1].

Цель работы – разработка веб-приложения для автоматизированного учёта и анализа данных мониторинга экологического состояния дубрав путём геоботанического описания [2]. Объект исследования – три дубовые рощи естественного происхождения (по 2 га каждая) на северо-западе г. Бобруйска, мониторинг которых проводился на трёх постоянных пробных площадках размером 25*25 м на протяжении 3 лет.

Основная часть. Архитектура приложения построена по принципу клиент-серверного взаимодействия. База данных хранит информацию о пробных площадках, данные геоботанических описаний по годам, результаты измерений древостоя и характеристики травяно-кустарникового яруса.

Функциональные возможности системы включают:

- регистрация данных о древостое (вид, диаметр, высота, возраст по формуле $B = 1,6 \cdot D + 44$, категория состояния по пятибалльной шкале);
- внесение данных о кустарниковом ярусе (виды, густота в баллах) и травяном ярусе (видовой состав, проективное покрытие);
- автоматический расчёт коэффициента состояния древостоя по формуле: $K = \Sigma(\text{балл} \cdot \text{кол-во деревьев}) / N$ [3];
- формирование сравнительных таблиц динамики показателей по годам и площадкам;
- визуализация данных в виде графиков и диаграмм для анализа трендов;
- автоматическое определение формулы состава древостоя глазомерным методом.

Интерфейс приложения (рисунок 1) представляет панель управления с ключевыми метриками: общая площадь мониторинга, количество исследуемых площадок, число видов в травяном ярусе. Динамика изменения количества деревьев по категориям возраста отображается в виде гистограмм, что позволяет оценить процессы естественного

возобновления и искусственного лесовосстановления [3].

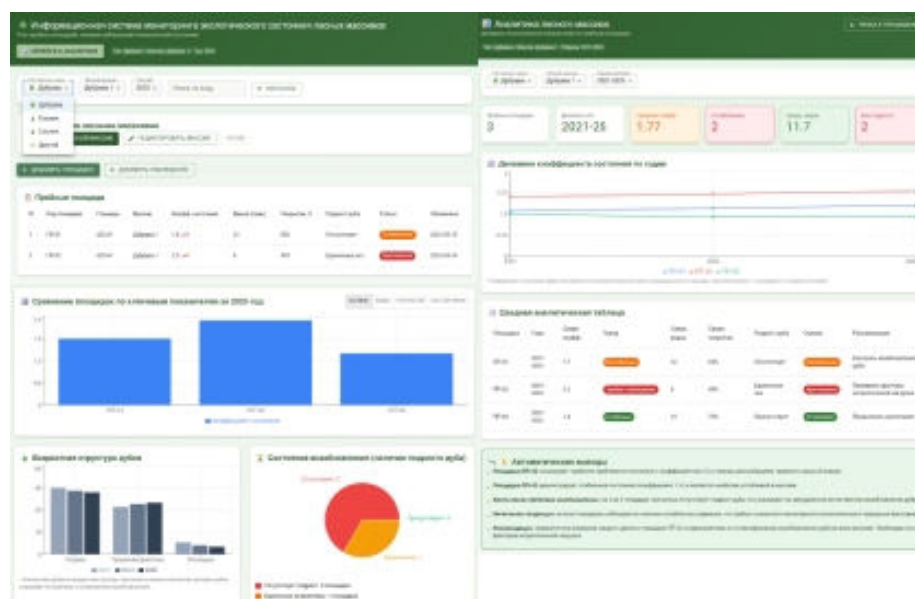


Рисунок 1 – Интерфейс веб-приложения для мониторинга дубрав

Табличный раздел приложения содержит детализированную информацию о состоянии деревьев на каждой площадке с возможностью фильтрации по годам, видам и категориям состояния. Реализована цветовая индикация критических значений (ослабленные и сильно ослабленные деревья выделяются оранжевым и красным цветом соответственно). Система фиксирует деревья с усыханием вершин и другими признаками угнетения.

Результаты мониторинга отображены в таблице 1:

Таблица 1 – Результаты мониторинга

Показатель	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3
Коэффициент состояния (2023)	1,5	1,9	1,4
Коэффициент состояния (2025)	1,1	1,6	1,3
Изменение количества старых дубов	-2	-3	-1

Аналитический модуль приложения выявил ключевые тенденции: стабильность видового состава древостоя, незначительное сокращение средневозрастных дубов, увеличение молодых дубов за счёт искусственной посадки (с 3–4 до 8–10 шт. на площадку) [4]. Система зафиксировала отсутствие естественного возобновления дуба (в подросте преобладают берёза и липа), что подтверждает процессы деградации дубрав. Проективное покрытие травяного яруса составило 60–100 % на всех площадках. Кустарниковый ярус представлен лещиной, бересклетом и малиной с густотой 2–3 балла.

Причины деградации, выявленные системой мониторинга: биологические особенности дуба (требовательность к свету и почве, подверженность болезням), прошлая нерациональная эксплуатация и современное антропогенное воздействие (рекреация, близость дорог) [5].

Преимущества цифровизации мониторинга:

- 1 Сокращение времени обработки данных с нескольких дней до нескольких минут.
- 2 Минимизация ошибок при расчётах коэффициентов и составлении формул древостоя.
- 3 Возможность оперативного сравнения данных за разные годы.
- 4 Наглядная визуализация динамики для принятия природоохранных решений.
- 5 Формирование автоматизированных отчётов для природоохранных служб.

Заключение. Разработанное веб-приложение успешно применено для трехлетнего мониторинга дубрав г. Бобруйска. Система обеспечила автоматизированный учёт более 200

деревьев на трёх пробных площадках, расчёт коэффициентов состояния и визуализацию динамики показателей. Цифровой инструмент повысил качество и оперативность экологического мониторинга, позволил выявить признаки деградации древостоя (коэффициент 1,1–1,6 соответствует здоровому и ослабленному состоянию) и отсутствие естественного возобновления дуба [6].

Для сохранения дубрав на основе данных приложения рекомендуется: продолжить ежегодный мониторинг на постоянных площадках с использованием системы; проводить искусственное лесовосстановление; ограничить рекреационную нагрузку в критических зонах.

Приложение рекомендуется для внедрения в практику лесохозяйственных и природоохранных организаций. Планируется расширение функционала системы: добавление модуля прогнозирования состояния древостоя, интеграция с ГИС-системами для пространственного анализа, разработка мобильной версии для полевого сбора данных.

Полученные результаты подтверждают перспективность цифровизации экологического мониторинга лесных экосистем и могут использоваться в изучении биологии, экологии и природоохранной деятельности. Проект демонстрирует необходимость постоянного экологического мониторинга дубовых насаждений в условиях умеренной антропогенной нагрузки с применением современных цифровых инструментов.

Список литературы

1. Gubanov I.A. et al. *Identification Guide to Higher Plants of Central Russia*. – Moscow: Prosveshcheniye, 1981.
2. Icher T.P. *Rustle, Rustle, Green Forest*. – Tula: Grif i K Publishers, 2008.
3. Kozhevnikov A.V. *Through Tundras, Forests, Steppes, and Deserts*. – Moscow: Prosveshcheniye, 1975.
4. Leshnikova N.V. *Bioecological Research by School Students // Biology at School*. – 2001. – № 1.
5. Milenkova M.N. *Acorns Wanted // Biology. Pervoe Sentyabrya*. – 2009. – № 2.
6. Petrov V.V. *The Plant World of Our Motherland*. – Moscow: Prosveshcheniye, 1991.

UDC 004.774:630*18

WEB APPLICATION FOR MONITORING THE ECOLOGICAL STATE OF OAK FORESTS

Shabolda P.A., Vorobey E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. - Senior Lecturer of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. A web application has been developed to automate a three-year monitoring of the ecological state of three oak forests (total area ≈ 6 hectares) in the north-west of Bobruisk. The system implements functionality for entering data from geobotanical descriptions of the tree stand, shrub, and herb layers, automatic calculation of condition coefficients, and visualization of indicator dynamics by year and site. The application allows tracking changes in the species and quantitative composition of oak forests, analyzing tree stand degradation, and generating reports on the state of plantations. The implementation of this digital tool has increased the efficiency of monitoring data collection and provided a clear representation of research results. The system can be used for long-term ecological monitoring of forest ecosystems under moderate anthropogenic impact.

Keywords: web application, monitoring digitalization, ecological state, oak forests, geobotanical description, data visualization.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шаболда П.А.

Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
г.Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлено комплексное исследование применения технологий 3D-печати для изготовления функциональных разметочных инструментов, предназначенных для использования в школьных мастерских на уроках трудового обучения. Работа включает детальный анализ функциональных характеристик напечатанных изделий, подробное экономическое обоснование с расчётами себестоимости, прибыли и срока окупаемости оборудования, а также масштабную оценку экологического эффекта. Полученные результаты убедительно демонстрируют, что аддитивные технологии позволяют существенно снизить финансовые затраты на закупку оборудования для лабораторий, мастерских в образовательных учреждениях, сократить потребление исчерпаемых природных ресурсов, минимизировать отходы промышленного производства и одновременно формировать у учащихся навыки работы с современными технологиями и экологически ответственное мировоззрение и грамотность.

Ключевые слова. 3D-печать, аддитивные технологии, функциональные инструменты, экономическая эффективность, экологическая устойчивость, PLA-филамент, устойчивое развитие.

Введение. Аддитивные технологии становятся всё более доступными для учреждений общего среднего образования. Возможность быстро и недорого изготавливать функциональные инструменты открывает новые перспективы для повышения качества трудового обучения, снижения затрат и формирования экологически ответственного мышления у учащихся.

Цель исследования – оценить экономическую и экологическую целесообразность изготовления разметочных инструментов методом 3D-печати по сравнению с традиционными классическими аналогами [1].

Основная часть. Для анализа были рассмотрены пять видов рабочих инструментов из перечня обязательного оснащения лабораторий по трудовому обучению. Анализируя доступность, стоимость и сложность изготовления такого разметочного инструмента традиционным способом наиболее перспективными для исследования представляется именно рейсмус и разметочный циркуль. Эти инструменты постоянно требуются на уроках труда в 5–9 классах, однако в большинстве школьных мастерских их обеспеченность недостаточна – (3–5 экземпляров вместо необходимых 10–12 на группу) [2]. Традиционно такие инструменты изготавливаются из древесины твёрдых пород, что связано с использованием ценных ресурсов леса, образованием значительного количества отходов при обработке материалов и необходимостью выполнения точных токарных или ручных операций при изготовлении. При этом рейсмус и циркуль имеют компактные размеры и небольшую массу, что делает их идеальными объектами для демонстрации возможностей FDM-печати.

Моделирование выполнялось в программе КОМПАС-3D v21, которая широко используется в белорусских школах и входит в программу факультативов по черчению и информатике. При проектировании основное внимание уделялось минимизации расхода материала без потери необходимой жёсткости. Толщина внешних стенок была установлена в диапазоне 1,2–1,6 мм, что соответствует 5–8 периметрам при сопле 0,4 мм. Внутреннее заполнение задавалось на уровне 20 % с использованием паттерна *gyroid*, обеспечивающего равномерное распределение нагрузки. Высота слоя была выбрана равной 0,2 мм как оптимальный компромисс между качеством поверхности и скоростью печати. При моделировании учитывалась усадка материала PLA, составляющая примерно 0,4 %, поэтому диаметры всех отверстий под метизы были увеличены на 0,4–0,6 мм. Сборка инструментов производилась исключительно на стандартных метизах M4 и M5 без необходимости печати

резьбовых соединений.

Рейсмус состоит из четырёх основных деталей: корпуса, штока, фиксатора иглы и направляющей колодки. Разметочный циркуль включает три детали: две дуги и центральную ножку. После применения мер по облегчению конструкции реальная масса готовых деталей, определённая взвешиванием, снизилась до 92 г для рейсмуса и 48 г для циркуля [3].

Печать осуществлялась на FDM-принтере *Ender* с соплом 0,4 мм. В слайсере *Cura* устанавливались следующие параметры: температура сопла 200–210 °С, температура стола 55–60 °С, скорость печати 50–55 мм/с, поддержка только в необходимых местах с углом отрыва 50°. Фактическое время печати всех деталей циркуля составило 2 часа 28 минут, а всех деталей рейсмуса – 4 часа 39 минут. Общее время на изготовление одного инструмента, достигло примерно 2 часов 50 минут для циркуля и 5 часов 10 минут для рейсмуса (рисунок 1).

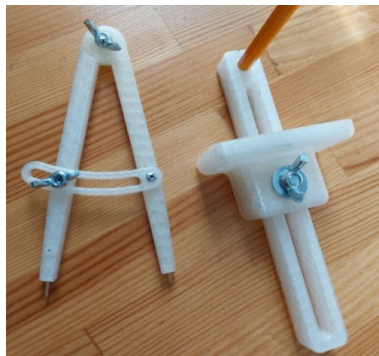


Рисунок 1 – Готовые изделия

Испытания функциональности проводились в реальных условиях урока трудового обучения в ГУО «Гимназия №1 г. Бобруйска» в январе 2026 года. Разметочный циркуль прошёл 120 циклов вычерчивания окружностей диаметром от 40 до 320 мм на фанере толщиной 4–10 мм, ДСП и оргстекле. Точность разметки составила $\pm 0,5$ мм, игла не смещалась в процессе работы, а пластиковые детали не испытывали деформации. Рейсмус был протестирован в 180 циклах нанесения параллельных линий на расстоянии 4–160 мм от кромки досок толщиной 12–38 мм. Линии получались ровными, глубина оставалась постоянной, а игла надёжно фиксировалась в заданном положении. После 50 часов активного использования, видимого износа пластиковых деталей не наблюдалось.

Экономическая эффективность рассчитывалась с учётом актуальных цен января 2026 года, реальной массы изделий, затрат на непечатный материал, стоимости электроэнергии для бюджетных организаций и средней зарплаты по стране. В результате себестоимость одного рейсмуса – 7,22 руб., а одного циркуля – 5,71 руб. При реализации напечатанных инструментов школам по консервативной цене 50 % от розницы прибыль на единицу достигает 22,68 руб. для рейсмуса и 5,71 руб. для циркуля.

При 40-часовой рабочей неделе принтер способен производить 34 рейсмуса или 64 циркуля в месяц. При специализации на рейсмусах месячная прибыль составляет около 771 руб., что обеспечивает окупаемость принтера стоимостью 780 руб. за 1,1 месяца. При специализации на циркулях прибыль достигает 366 руб. в месяц, при смешанном производстве средняя месячная прибыль составляет примерно 512 руб. Для полной комплектации одной мастерской (15 рейсмусов + 15 циркулей) требуется 108 часов печати, что соответствует примерно 13,5 рабочим дням при восьмичасовом рабочем дне [4].

Экологический эффект оценивался с использованием данных Белстата за 2025/2026 учебный год. При средней наполняемости группы трудового обучения 22,5 человека общее количество групп достигает 11 667. Нормативное количество рейсмусов на группу – 11 штук, что даёт общую потребность около 128 337 штук. Один традиционный деревянный рейсмус требует примерно 220 г древесины с учётом отходов, что соответствует объёму около 0,000314 м³ при плотности древесины 700 кг/м³. Общий объём сберегаемой древесины достигает 40,8 м³. Средний выход деловой древесины с одного зрелого дерева после распиловки и сушки составляет 0,35–0,40 м³. Таким образом, при первичном оснащении всех мастерских страны

удается сберечь 102–117 зрелых деревьев. С учётом среднего срока службы деревянного инструмента 5–7 лет за 12 лет потребуется два комплекта, что увеличивает экономию до 204–234 деревьев, эквивалентно примерно 1,1–1,4 гектара молодого леса при плотности посадки 1700 деревьев на гектар.

Использование PLA-филамента обеспечивает дополнительные экологические преимущества. Материал полностью биоразлагаем в промышленных компостных условиях за 3–6 месяцев, производится из возобновляемого сырья, а отходы печати (поддержки) составляют менее 3–5 % от общей массы. Производство локальное и осуществляется по требованию, что исключает перепроизводство, складские потери и дальние перевозки.

Заключение. 3D-печать функциональных инструментов для школьных мастерских демонстрирует экономическую эффективность и значимый экологический эффект. Себестоимость изделий в 4–8 раз ниже рыночной цены, оборудование окупается за 1–2 месяца, а замена деревянных аналогов позволяет сберечь десятки кубометров древесины. Внедрение таких технологий укрепляет материально-техническую базу мастерских, сокращает бюджетные расходы, развивает у учащихся цифровые и инженерные компетенции.

Список литературы

1. Gaysina, S.V. *Robotics, 3D Modeling, and Prototyping: Implementation of Modern Trends in Supplementary Education: Methodological Recommendations for Educators* / S.V. Gaysina, I.V. Knyazeva, E.Yu. Oganovskaya. – Saint Petersburg: KARO, 2017 – 208 p.
2. Grits, M.A. *The Potential of 3D Technologies in Education* / M.A. Grits, A.V. Degtyareva, D.A. Chebotareva // *Current Problems of Aviation and Cosmonautics*. – 2015. – Vol. 2. – No. 11. – pp. 925–927. [Electronic resource] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-3d-tehnologii-v-obrazovanii> – Access date: 03/13/2022.
3. Larchenko, A.P. *Fundamentals of 3D Modeling: Curriculum for Optional Classes for Grades VIII–XI of General Secondary Education Institutions* / A.P. Larchenko // *National Educational Portal* [Electronic resource] – Access mode: <https://docviewer.yandex.by> – Access date: 03/10/2022.
4. Lipnitsky, L.A. *The Use of 3D Printing Technology in the Development of Students' Innovative Thinking* / L.A. Lipnitsky // *Belarusian National Technical University* [Electronic resource] – Access mode: <http://www.bntu.by/news/67-conference-mido/4894---3d-----html> – Access date: 03/08/2022.

UDC 004.356.2:005.591.6

MONITORING OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF OAK GROVES IN THE MICRODISTRICT OF BOBRUISK THROUGH GEOBOTANICAL DESCRIPTION

Shabolda P.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. - Senior Lecturer of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The article presents a comprehensive study on the application of 3D printing technologies for manufacturing functional marking tools (a thickness gauge and a marking compass) intended for use in school workshops during labor training classes. The work includes a detailed analysis of the functional characteristics of the printed products, a thorough economic justification with calculations of production costs, profit, and equipment payback period, as well as a large-scale assessment of the environmental effect across the entire system of general secondary education in the Republic of Belarus. The obtained results convincingly demonstrate that additive technologies can significantly reduce the financial costs of educational institutions, decrease the consumption of natural resources (primarily wood), minimize production waste, and simultaneously equip students with skills in working with modern digital technologies and foster an environmentally responsible worldview.

Keywords. 3D printing, additive technologies, functional tools, economic efficiency, environmental sustainability, PLA filament, sustainable development.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЗА СЧЕТ ЦИФРОВИЗАЦИИ КАНАЛОВ СВЯЗИ МЕЖДУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ И РЕМОНТНЫМ ПЕРСОНАЛОМ

Шепелевский Я.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ключев А.П. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрена проблема низкой эффективности управления ТОиР оборудования из-за использования бумажных и неструктурированных каналов связи. Проанализированы существующие решения (ERP, CMMS/EAM), выявлены их недостатки: высокая стоимость, сложность внедрения, избыточность функционала, а для зарубежных продуктов – санкционные риски и зависимость от внешней ИТ-инфраструктуры [1]. Предложена архитектура собственной информационной системы с мобильным приложением для работников и веб-интерфейсом для ремонтной службы, функционирующая в локальной сети предприятия, что обеспечивает автономность, безопасность и ускорение реакции на неисправности.

Ключевые слова: техническое обслуживание и ремонт, информационная система, автоматизация, мобильное приложение, локальная сеть, простои оборудования.

Введение. Эффективность работы оборудования напрямую влияет на себестоимость продукции и конкурентоспособность предприятия, при этом простои из-за поломок и нерационального планирования ремонтов являются одной из главных статей потерь. Неэффективный ТОиР может увеличивать затраты на 5–10%, а его цифровизация позволяет сократить внеплановые простои на 20–50% за счет прогнозирования отказов и оптимизации графиков ремонтов [2]. Однако на многих предприятиях, особенно среднего звена, процесс передачи информации о неисправностях остается неавтоматизированным, что делает разработку доступных систем ТОиР крайне актуальной.

Основная часть. Основная проблема – отсутствие оперативного цифрового канала между персоналом и ремонтной службой. Работники используют устные сообщения, бумажные заявки или мессенджеры, что ведет к задержкам реакции и росту простоев оборудования [3], потерям и искажениям информации, отсутствию базы для анализа отказов и планирования ремонтов [4], а также невозможности контроля загрузки службы и затрат.

На рынке представлены различные классы решений для автоматизации ТОиР, но их применение затруднено. Тяжелые ERP-системы с модулями ТОиР (SAP PM, Oracle EAM) успешно внедрялись на крупных предприятиях, включая Белорусский автозавод [3], однако для средних предприятий они избыточны, дороги и создают санкционные риски из-за зависимости от западных вендоров [1]. Специализированные CMMS и EAM-системы («1С:ТОИР», Naumen Service Desk) имеют примеры внедрения в Dodo Pizza [5] и «ПетроВелт» [1], но требуют значительной настройки как коробочные продукты, что увеличивает бюджет и сложность освоения. Зарубежные решения (IBM Maximo, SAP WorkManager) также уязвимы: опыт Segezha Group показал прекращение поддержки SAP WorkManager из-за санкций, что вынудило к собственной разработке, сэкономившей более 14 млн рублей России [4]. Ключевой недостаток – зависимость от поставщика и невозможность оперативно влиять на функционал. Большинство решений требуют постоянного подключения к интернету, что неприемлемо для предприятий с жесткой политикой безопасности или в удаленных цехах.

Предлагаемая информационная система построена на современном технологическом стеке, решающем проблему коммуникации. Система включает нативное iOS-приложение на Swift (интеграция с камерой, локальное хранилище CoreData/Realm для офлайн-режима), сервер на Java Spring (Spring Security с JWT, Hibernate, PostgreSQL) и веб-интерфейс для ремонтной службы. Сервер разворачивается на ПК в локальной сети, обеспечивая полную

автономность и безопасность: данные не покидают периметр предприятия, отсутствует зависимость от интернета и облачных сервисов. Надежность и отказоустойчивость достигаются за счет Java Spring и PostgreSQL с поддержкой транзакций. Удобство для пользователей обеспечивается интуитивным интерфейсом iOS-приложения, доступом к веб-интерфейсу с любого устройства в локальной сети без установки ПО и возможностью работы в офлайн-режиме. Архитектура на Spring обеспечивает масштабируемость (push-уведомления, интеграция с учетными системами), а развертывание на существующем оборудовании исключает затраты на подписки и аренду серверов. Таким образом, предложенное решение создает защищенную, надежную и экономически эффективную среду для управления ремонтами, недоступную при использовании коробочных продуктов или облачных сервисов.

Закключение. Проблема неэффективной коммуникации при поломках оборудования ведет к финансовым потерям из-за простоев. Существующие системы ТОиР либо сложны и дороги для средних предприятий, либо зависят от внешней IT-инфраструктуры и зарубежных вендоров [1, 4]. Разрабатываемая информационная система предлагает целевое решение, обеспечивающее сокращение времени реакции на неисправности, повышение прозрачности процессов, информационную безопасность и автономность работы, а также создание базы для аналитики отказов и оптимизации ремонтов. Таким образом, предложенное решение автоматизирует процесс и создает основу для повышения эффективности производства за счет надежной цифровой связи между его ключевыми звеньями.

Список литературы

1. ТОиР (Техническое обслуживание и ремонт) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/ii_v_promyshlennosti_2023/articles/kak_avtomatizatsiya_toir_pomogaet_zavodam. Дата доступа: 03.03.2026.
2. Эффективность ТОиР: как цифровизация снижает затраты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://icsholding.ru/company/blog/effektivnost-toir-kak-tsifrovizatsiya-snizhaet-zatraty/>. Дата доступа: 03.03.2026.
3. Как автоматизация ТОиР помогает заводам не простаивать [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/ii_v_promyshlennosti_2023/articles/kak_avtomatizatsiya_toir_pomogaet_zavodam. Дата доступа: 03.03.2026.
4. Официальный пресс-релиз: Segezha Group создала собственный «Мобильный ТОиР» – обзор и области применений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://segezha-group.com/ru/pressroom/news/importozameshchenie-it-segezha-group-sozdala-sobstvennyy-mobilnyy-toir/>. Дата доступа: 03.03.2026.
5. Кейс: Автоматизация обслуживания оборудования Dodo Pizza [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.naumen.ru/projects/dodo-pizza/>. Дата доступа: 03.03.2026.

UDC 62-049.32

IMPROVING THE EFFICIENCY OF TECHNICAL SERVICE AND REPAIRS THROUGH DIGITALIZATION OF COMMUNICATION CHANNELS BETWEEN PRODUCTION AND REPAIRS PERSONNEL

Shepelevsky Y.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kluev A.P. – senior lecturer of the department of EPE

Annotation The problem of low efficiency and efficiency of equipment maintenance and repair (MRO) management in industrial enterprises due to the use of outdated «paper» or unstructured digital communication channels is considered. The existing classes of solutions on the market (ERP systems, specialized CMMS/EAM platforms) have been analyzed, and their key disadvantages have been identified: high cost, complexity of implementation, redundancy of functionality for operational dispatch tasks, and additional risks associated with sanctions policy and dependence on external IT infrastructure for foreign products [1]. Proposed architecture of its own information system, including a mobile application for shop floor workers and a web interface for the repair service, functioning in the enterprise local network. It is substantiated that such a solution allows to ensure full autonomy, information security and significantly speed up the response to malfunctions.

Keywords: maintenance and repair, information system, automation, mobile application, local network, equipment downtime.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ В СФЕРЕ IT

Старовойтов П.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Данная работа направлена на решение задачи развития ИТ-навыков специалистов с помощью веб-инструмента планирования карьеры. Система проводит первичное тестирование, анализирует результаты и автоматически формирует индивидуальную траекторию профессионального развития. Она выявляет пробелы в знаниях, корректирует учебный план и предлагает подходящие ресурсы для дальнейшего обучения.

Ключевые слова: веб-приложение, управление карьерой, roadmap, адаптивное обучение, тестирование знаний

Введение. Сфера IT отличается высокой конкуренцией и постоянно меняющимися требованиями к специалистам. Профессионалы, развивающиеся в направлениях Machine Learning, DevOps или Backend, часто сталкиваются с отсутствием чётко структурированного пути обучения. Большинство платформ предлагают лишь учебные материалы, но не формируют персональный план развития с учётом текущего уровня знаний. В результате пользователи либо тратят время на повторение уже изученного, либо упускают важные фундаментальные темы. Актуальность работы связана с необходимостью создания системы, которая определяет текущий уровень знаний пользователя, выявляет пробелы в компетенциях и перестраивает курс на основе результатов повторного тестирования [5].

Цель проекта – разработка веб-системы управления карьерным развитием в сфере IT с адаптивной «дорожной картой» и удобным пользовательским интерфейсом.

Основная часть. Система предназначена для развития карьеры и повышения IT-навыков. Она предлагает готовые курсы и формирует индивидуальную образовательную траекторию на основе реального уровня знаний пользователя. Клиентская часть реализована на JS, что обеспечивает быстрый и отзывчивый интерфейс без перезагрузки страниц, а серверная часть работает на Python [1].

Работа начинается с выбора направления в IT, например: Machine Learning, Frontend, Backend или DevOps. Затем пользователь проходит диагностическое тестирование, охватывающее ключевые темы выбранной области. Тест состоит из модулей с вопросами разной сложности. После его завершения система анализирует результаты и определяет уровень знаний по каждой теме.

На основе анализа формируется персональный roadmap – поэтапный план развития с рекомендациями и полезными ресурсами. В него включаются только те темы, в которых выявлены пробелы, чтобы пользователь не тратил время на уже освоенный материал.

После изучения тем можно пройти повторное тестирование. Система сравнивает результаты, обновляет уровень знаний и корректирует план обучения. Если тема освоена, она исключается из обязательной программы; при необходимости предлагаются дополнительные материалы. Таким образом, обучение становится адаптивным и основанным на регулярной обратной связи [5].

Система построена по клиент-серверной архитектуре. Пользователь может проходить тесты и отслеживать прогресс с помощью индикаторов и диаграмм, а сервер обрабатывает данные и формирует индивидуальный план развития. В базе данных PostgreSQL хранятся профили пользователей, результаты тестов, roadmap и история изменений уровня знаний, что позволяет отслеживать динамику профессионального роста [2].

Интерфейс разработан с акцентом на удобство и минимализм: он интуитивно понятен, не перегружен элементами и помогает сосредоточиться на целях. Для защиты персональных

данных реализована система аутентификации и авторизации, а также предусмотрена возможность интеграции с корпоративными и университетскими системами входа. Алгоритм работы системы представлен на рисунке 1.

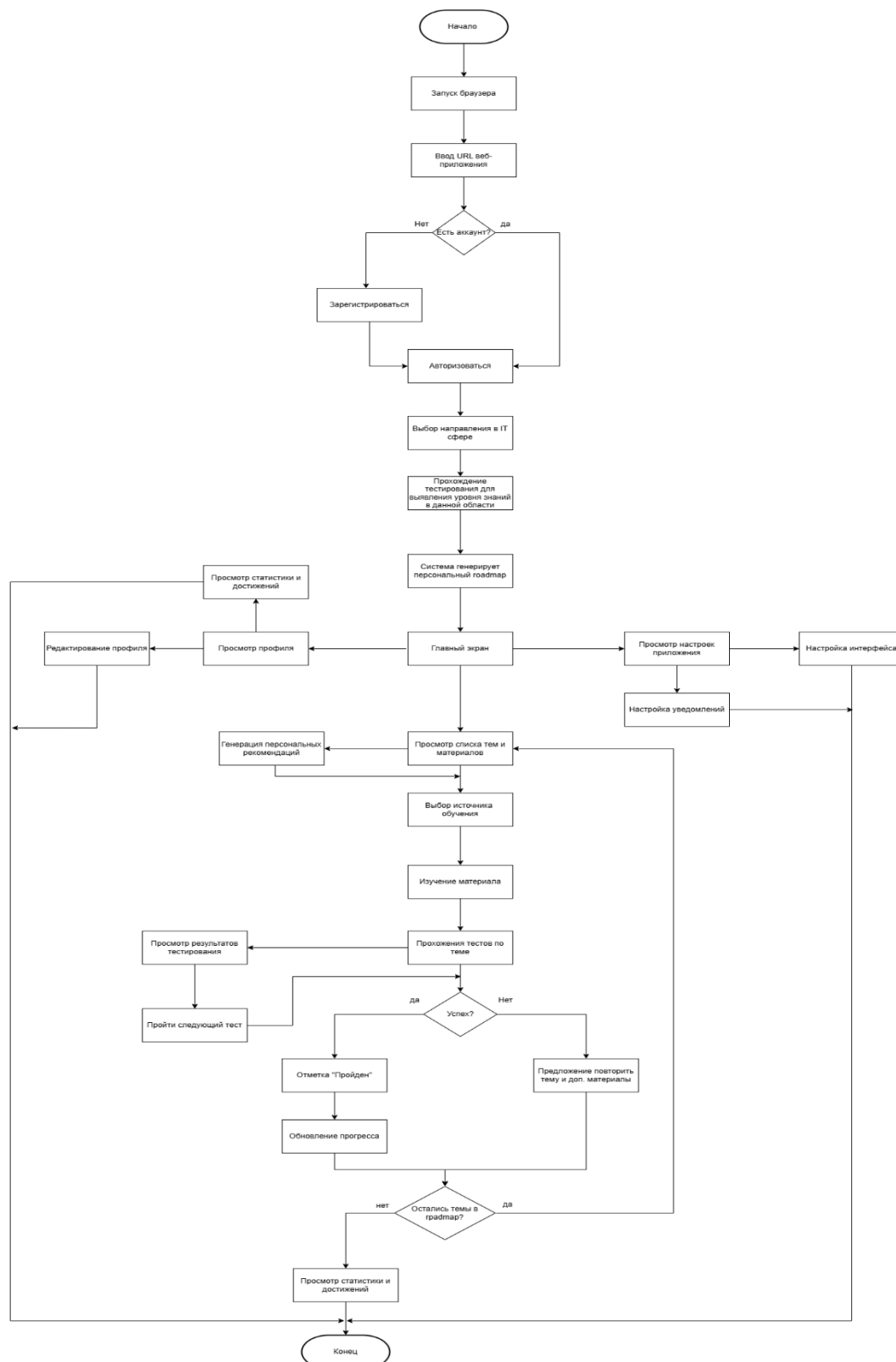


Рисунок 1 – Алгоритм работы системы

На рынке представлено множество онлайн-платформ, однако большинство из них

ограничиваются предоставлением учебного контента. Предлагаемая система отличается тем, что фокусируется на управлении индивидуальной траекторией профессионального развития.

Её ключевая особенность – адаптивное формирование roadmap на основе объективных результатов тестирования и его регулярная корректировка. Такой подход обеспечивает более персонализированное и структурированное развитие карьеры в сфере информационных технологий [3].

Заключение. В ходе работы разработана концепция веб-системы для управления карьерой и развитием навыков в сфере информационных технологий, ориентированная на построение персонализированной образовательной траектории. Предложенный подход основан на адаптивном формировании индивидуального roadmap и последующей повторной оценке уровня знаний пользователя.

Разработанная система обеспечивает структурирование процесса обучения, автоматизированный анализ результатов и формирование рекомендаций по устранению недостатков в знаниях. Использование адаптивной модели способствует более рациональному распределению времени, повышает осознанность обучения и сокращает срок достижения целей.

Особое внимание в проекте уделено эргономике пользовательского интерфейса и удобству взаимодействия с системой. Минималистичный и интуитивно понятный дизайн снижает когнитивную нагрузку и способствует концентрации на учебных целях. Применение клиент-серверной архитектуры и современных технологий разработки обеспечивает масштабируемость, надёжность и возможность расширения функционала.

Таким образом, разработанная веб-система представляет собой актуальное и перспективное решение в условиях динамичного развития IT-рынка и постоянно возрастающих требований к квалификации специалистов. Реализация подобного инструмента может способствовать повышению качества подготовки кадров, формированию прозрачной модели профессионального роста.

Список литературы

1. Проектирование и разработка веб-приложений : учебно-методическое пособие / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР.
2. Радкевич А. С., Радкевич К. А. Веб-приложение для моделирования схем баз данных по учебному предмету «Разработка и сопровождение баз данных» / А. С. Радкевич, К. А. Радкевич – Минск : БГУИР, 2023. – 33 с.
3. Кобызов Н. С. Эргономичность интерфейса автоматизированной системы управления тестовыми заданиями / Н. С. Кобызов. – Минск : БГУИР, 2018.
4. Киринович И. Ф., Дадаев К. Использование базовых принципов эргономики в web-разработке / И. Ф. Киринович, К. Дадаев. – Минск : БГУИР, 2023.
5. Войтович А. А. Веб-приложение с алгоритмами рекомендательной системы / А. А. Войтович. – Минск : БГУИР, 2025. – (Материалы 61-й науч. конф.).

UDC 004.4:378.147

A WEB APPLICATION FOR IT SKILLS MANAGEMENT AND DEVELOPMENT

Staravoitau P.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Supervisor: Nikolaev A. Yu. – Assistant Professor, Department of EPE

Annotation. This project aims to develop IT skills for specialists using a web-based career planning tool. The system conducts initial testing, analyzes the results, and automatically creates a personalized professional development path. It identifies knowledge gaps, adjusts the curriculum, and suggests appropriate resources for further training.

Keywords: web application, career management, roadmap, adaptive learning, knowledge testing.

ВЕБ-СЕРВИС МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ АКТИВОВ

Степанюк К. С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Казак Т.В. – д.п.н., профессор, заведующий кафедрой ИПиЭ

Аннотация. Целью данной работы является эргономическое проектирование веб-сервиса, предназначенного для мониторинга и анализа цифровых активов в режиме реального времени. В работе решаются задачи агрегации данных из различных блокчейн-сетей и DeFi-протоколов, разработки системы превентивных уведомлений о рисках и создания интуитивно понятного интерфейса для визуализации структуры портфеля. Создаваемый сервис позволяет минимизировать когнитивную нагрузку на пользователя и повысить эффективность управления капиталом за счет централизации разрозненной финансовой информации.

Ключевые слова: веб-сервис, цифровые активы, блокчейн, мониторинг, DeFi.

Введение. В современной цифровой экономике управление портфелем активов, распределенных по множеству блокчейн-сетей и децентрализованных протоколов (DeFi), представляет собой сложную инженерную и аналитическую задачу. Основная проблема заключается в высокой фрагментации данных: инвесторы и управляющие вынуждены использовать десятки разрозненных платформ для отслеживания балансов, состояния ликвидности и залоговых позиций. Это неизбежно ведет к задержкам в получении информации и повышает риск финансовых потерь из-за высокой волатильности рынка и сложности механизмов ликвидации в смарт-контрактах. Существующие программные решения зачастую ограничены поддержкой лишь нескольких популярных сетей или не обеспечивают автоматизированного мониторинга критических показателей в режиме реального времени. В связи с этим возникает острая необходимость в разработке единого аналитического инструмента, способного агрегировать данные из разных источников и предоставлять пользователю актуальную картину состояния его цифрового капитала [1].

Таким образом, разработка специализированного веб-сервиса мониторинга и анализа цифровых активов является актуальной задачей. Создание подобной системы позволит централизовать управление финансовыми потоками в блокчейн-среде, автоматизировать процесс контроля рисков через систему превентивных уведомлений и существенно повысить эффективность принятия инвестиционных решений за счет оперативного доступа к данным.

Основная часть. Разрабатываемый веб-сервис представляет собой специализированный программный комплекс, предназначенный для повышения эффективности и безопасности управления цифровыми активами. Система функционирует как единая платформа, агрегирующая данные о портфеле из различных блокчейн-сетей и DeFi-протоколов, предоставляя инструменты для анализа, визуализации и превентивного уведомления о критических изменениях.

При разработке веб-сервиса были выделены следующие функциональные задачи:

- обеспечение единой точки доступа для мониторинга разрозненных цифровых активов;
- реализация сбора и отображения данных о состоянии портфеля и DeFi-позиций в режиме реального времени;
- внедрение системы умных уведомлений, предупреждающих пользователя о потенциальных финансовых рисках;
- обеспечение контроля над отслеживанием кошельков и гибкой настройки отображения данных.

Для реализации функционала системы и обеспечения требований к производительности были выбраны следующие языки программирования: *HTML*, *CSS*, *JavaScript* (фронтенд-часть), *Python* (бэкенд-логика и обработка данных) [2]. Для организации данных выбрана реляционная СУБД *PostgreSQL* для хранения профилей и адресов, *NoSQL*-хранилище *Redis* для кэширования оперативных данных.

На этапе проектирования веб-приложения были определены основные функции системы:

- добавление кошелька пользователем;
- удаление кошелька пользователем;
- управление отслеживанием кошельков (включение/выключение);
- агрегация данных о цифровых активах;
- отображение общей стоимости портфеля;
- визуализация структуры активов;
- детальный просмотр *DeFi*-позиций;
- настройка параметров уведомлений;
- отправка уведомления пользователю;
- просмотр истории изменений стоимости активов;
- сортировка списка активов (по возрастанию/убыванию);
- фильтрация списка активов (скрытие малых балансов, группировка по токенам);
- обновление данных в реальном времени;
- отображение текущего баланса запросов;
- пополнение баланса запросов.

Проектирование веб-сервиса осуществлялось с учетом функциональных требований к системе и необходимости обеспечения оперативного мониторинга финансовых показателей. На начальном этапе были разработаны алгоритмы работы пользователя, описывающие последовательность действий при выполнении основных сценариев: добавление криптокошельков, отслеживание *DeFi*-позиций, расчет коэффициента здоровья (*Health Factor*) и настройка уведомлений о рисках. На основе разработанных алгоритмов построена структурная схема взаимодействия пользователя с веб-сервисом, блокчейн-сетями и внешними источниками рыночных данных.

Для формализации функциональных требований разработана диаграмма вариантов использования, которая определяет границы системы и доступные пользователю функции по управлению цифровыми активами. На основе диаграммы вариантов использования разработан сценарий информационного взаимодействия пользователя с программным комплексом, детализирующий обмен данными между модулем агрегации, блокчейн-сетями и интерфейсом системы при выполнении ключевых операций: получении балансов, анализе *DeFi*-позиций и генерации уведомлений о рисках.

На этапе проектирования пользовательского интерфейса разработаны прототипы основных экранов веб-сервиса, обеспечивающих визуализацию различных типов данных: главный экран, экран с круговой диаграммой распределения активов, а также разделы для отображения токенов, *DeFi*-позиций и *NFT*. Дополнительно спроектирован интерфейс системы уведомлений для оперативного информирования пользователя. Для оценки удобства и эффективности разработанных интерфейсных решений проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса, позволившая выявить и устранить потенциальные проблемы навигации и восприятия информации [3].

На рисунке 1 представлен алгоритм работы пользователя веб-сервиса мониторинга и анализа цифровых активов.

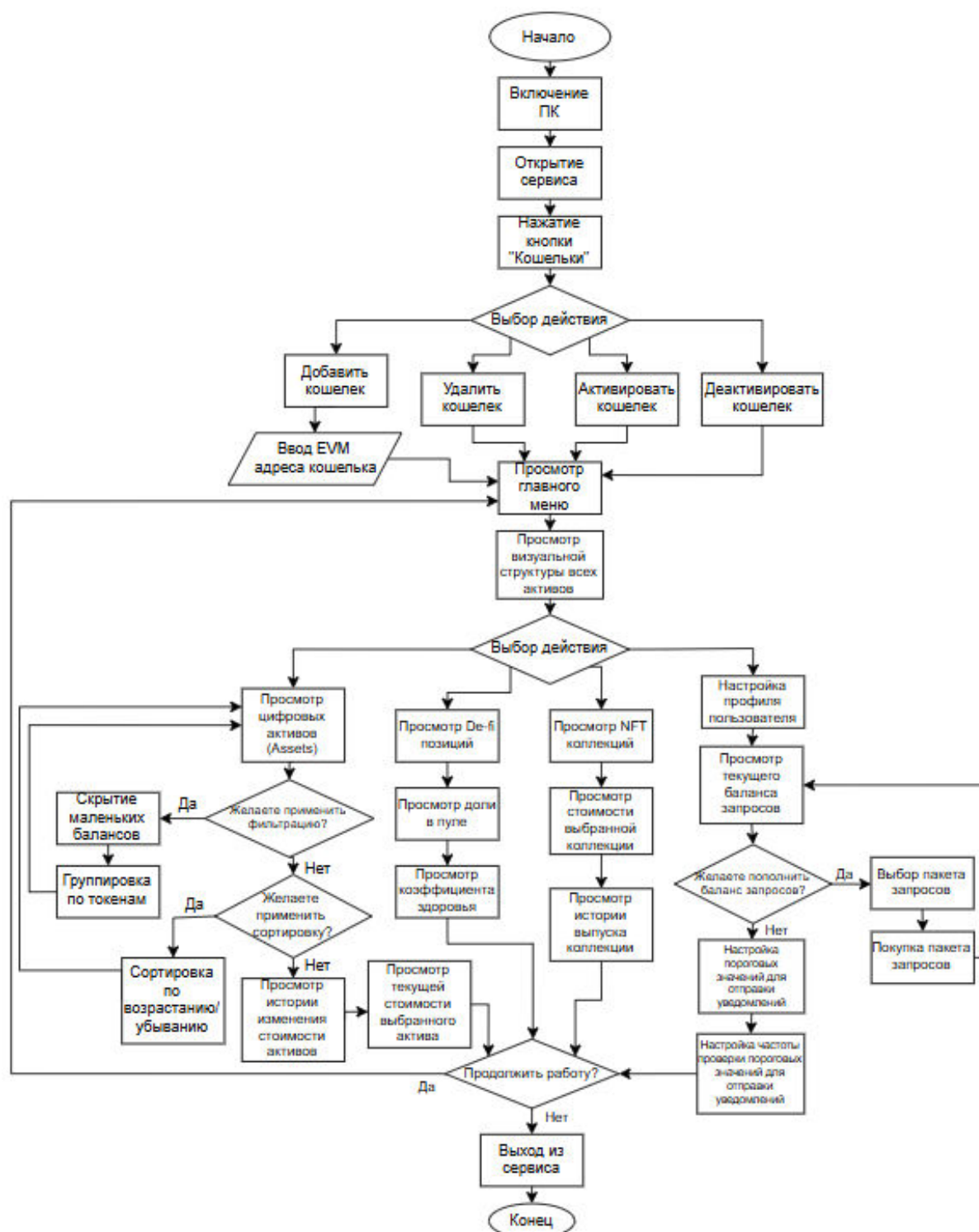


Рисунок 1 – Алгоритм работы пользователя

На рисунке 2 представлены макеты основных страниц веб-сервиса.

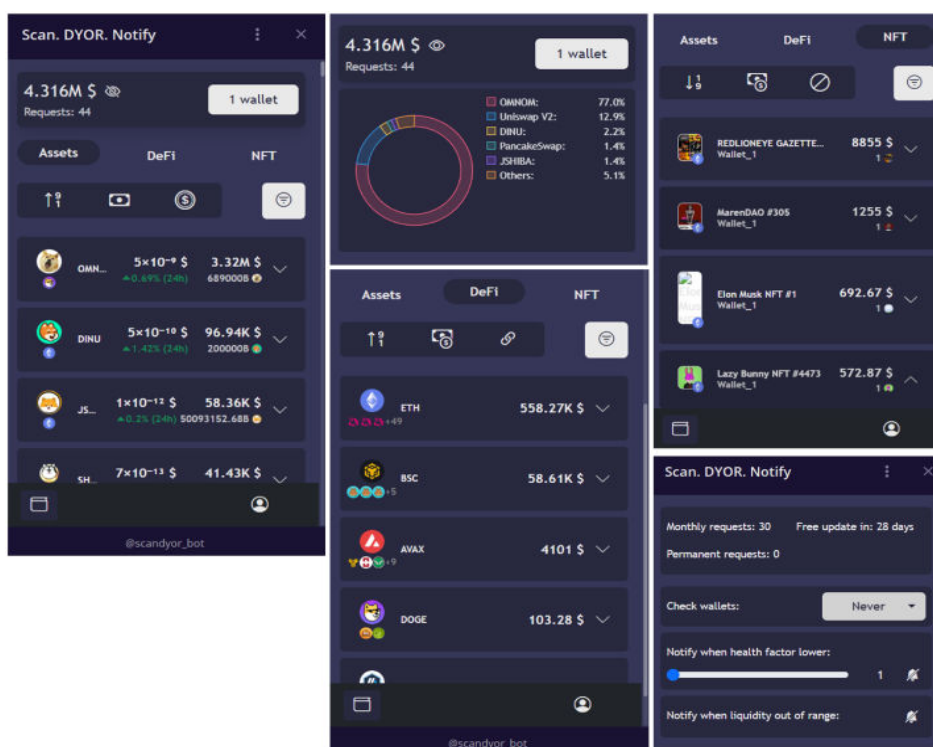


Рисунок 2 – Макеты основных страниц

Заключение. Таким образом, был разработан веб-сервис для мониторинга и анализа цифровых активов. При разработке использованы современные технологии и подходы к проектированию веб-приложений. Все функциональные задачи, поставленные перед системой, реализованы в полном объеме. Результаты оценки подтверждают соответствие пользовательского интерфейса установленным требованиям к удобству и эффективности взаимодействия при работе с финансовой информацией в режиме реального времени.

Список литературы

1. Саттон, А. Блокчейн от А до Я. Все о технологии будущего / А. Саттон ; [пер. с англ. С. Черникова]. – Москва : Эксмо, 2019. – 160 с. – ISBN 978-5-04-098544-9.
2. Прохоренко, Н. А. Python 3. Самое необходимое / Н. А. Прохоренко, В. А. Дронов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2019. – 608 с. – ISBN 978-5-9775-3994-4.
3. Сергеев, С. Ф. Методы тестирования и оценки эргономичности информационных систем : учеб. пособие / С. Ф. Сергеев. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 163 с. – ISBN 978-5-7422-3162-2.

UDC 004.77:336.7

WEB SERVICE FOR MONITORING AND ANALYSIS OF DIGITAL ASSETS

Stepanuk. K.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T. V. – Dr. of Psy, Professor, Head of the EPE Department

Annotation. The aim of this work is the ergonomic design of a web service intended for real-time monitoring and analysis of digital assets. The work addresses the tasks of data aggregation from various blockchain networks and DeFi protocols, the development of a preventive risk notification system, and the creation of an intuitive interface for portfolio structure visualization. The resulting service allows for the minimization of the user's cognitive load and increases capital management efficiency through the centralization of disparate financial information.

Keywords: web service, digital assets, blockchain, monitoring, DeFi.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПК

Терешико М.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Франко Е.П.. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано программное средство для сравнительного анализа характеристик вычислительных компонентов персонального компьютера на языке программирования C#. Программа обеспечивает сбор данных о комплектующих, их систематизацию и наглядное сравнение технических параметров в операционных системах семейства Windows.

Ключевые слова: программное средство, анализ характеристик, компоненты ПК, язык программирования C#, сравнение комплектующих.

Введение. В современном мире динамичное развитие компьютерных технологий приводит к быстрому устареванию аппаратного обеспечения и появлению на рынке множества конкурирующих моделей комплектующих. Как сборщики ПК, так и обычные пользователи сталкиваются с проблемой выбора оптимальной конфигурации под конкретные задачи: от офисной работы до требовательных игр или профессиональной обработки видео. Существующие обзорные площадки и каталоги часто перегружены информацией или не позволяют провести гибкое сравнение интересующих параметров. Разработка программного средства, предоставляющего возможность структурированного сравнения характеристик (процессоров, видеокарт, модулей памяти и т.д.), позволяет автоматизировать процесс анализа, упрощает подбор совместимых и сбалансированных по производительности компонентов, а также помогает пользователям принимать решения при улучшении или сборке ПК.

Основная часть. При разработке программного средства необходимо решить следующие задачи: проанализировать предметную область и выделить ключевые параметры для сравнения различных типов компонентов; разработать логическую модель данных для хранения информации о процессорах, видеокартах, материнских платах и других устройствах; создать локальную базу данных (или структурированный файл) для хранения эталонных характеристик; реализовать серверную (логическую) часть на C# для обработки данных и фильтрации; разработать графический интерфейс для ввода данных пользователем, отображения списков комплектующих и вывода результатов сравнения в табличном виде; провести тестирование приложения для проверки корректности сравнения и удобства использования интерфейса.

Для создания программного средства выбран язык программирования C#, что обусловлено его тесной интеграцией с платформой .NET [1], наличием библиотек для обработки данных (LINQ, ADO.NET) и развитых средств создания графических интерфейсов (Windows Forms, WPF). В качестве формата хранения данных о компонентах используется SQLite или XML, что обеспечивает легкую расширяемость базы комплектующих без необходимости развертывания отдельных серверов баз данных. Такой подход оптимален для десктопного приложения, ориентированного на локальное использование.

В программном средстве используется архитектурный паттерн MVC (Model-View-Controller) [2], разделяющий приложение на логику данных (модели компонентов), представление (окна и таблицы) и контроллер (обработчики действий пользователя). Созданы модели для следующих сущностей: центральный процессор (CPU), графический процессор (GPU), оперативная память (RAM).

При проектировании архитектуры составлена диаграмма вариантов использования программного средства. Пользователь имеет возможность: добавлять новые компоненты в базу сравнения, просматривать список имеющихся моделей, получать информацию о компонентах на данном устройстве, выбирать компоненты для сравнения, фильтровать компоненты по

заданным параметрам.

Разработан графический интерфейс *GUI* программного средства, представляющий собой удобный способ навигации по каталогу комплектующих и их сравнения. Главное окно содержит список категорий устройств. При выборе категории (например, «Процессоры») отображается таблица с моделями и их основными характеристиками. Пользователь может отметить интересующие его позиции и нажать кнопку «Сравнить», после чего откроется новое окно с детализированным сравнением выбранных моделей. Пример страницы сравнения процессоров представлен на рисунке 1.

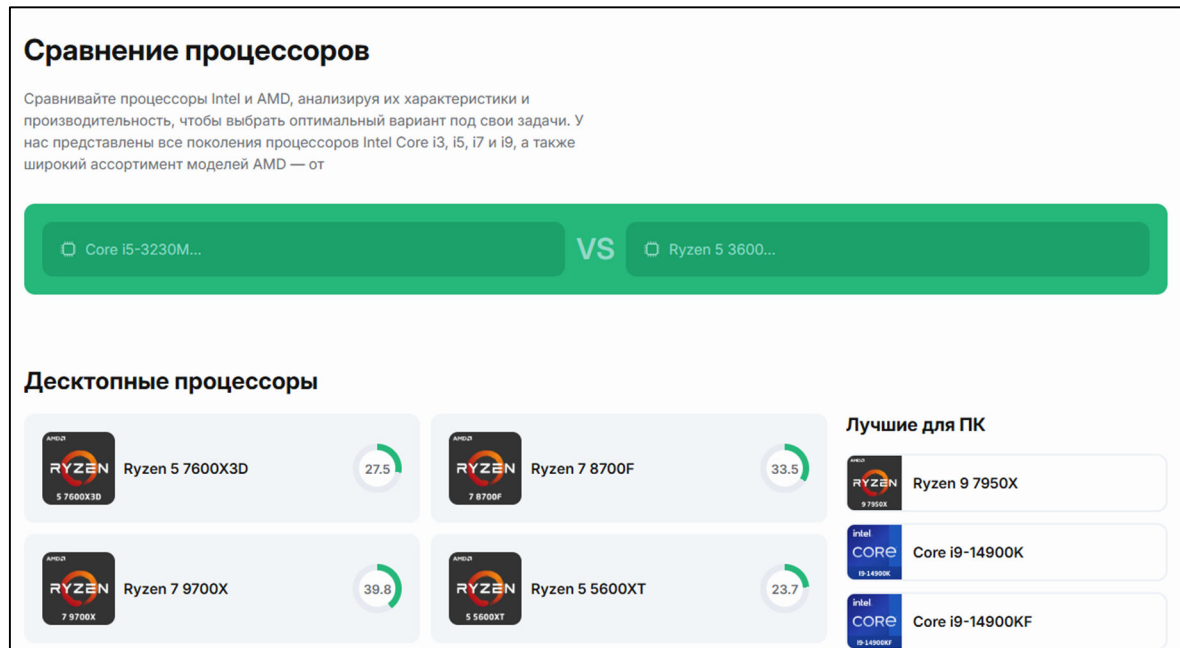


Рисунок 1 – Страница сравнения процессоров в режиме пользователя программного средства

Одним из ключевых этапов является реализация алгоритмов анализа. Для примера на рисунке 2 представлен алгоритм фильтрации и сравнения выбранных компонентов. Пользователь задает критерии, система обращается к базе данных, выбирает соответствующие модели и затем формирует таблицу сравнения, выделяя цветом наилучшие значения (например, максимальную тактовую частоту или наименьшее энергопотребление).

Одним из ключевых этапов при разработке ПО является реализация алгоритмов. В качестве примера на рисунке 2 представлен алгоритм регистрации и авторизации пользователя в программном средстве.

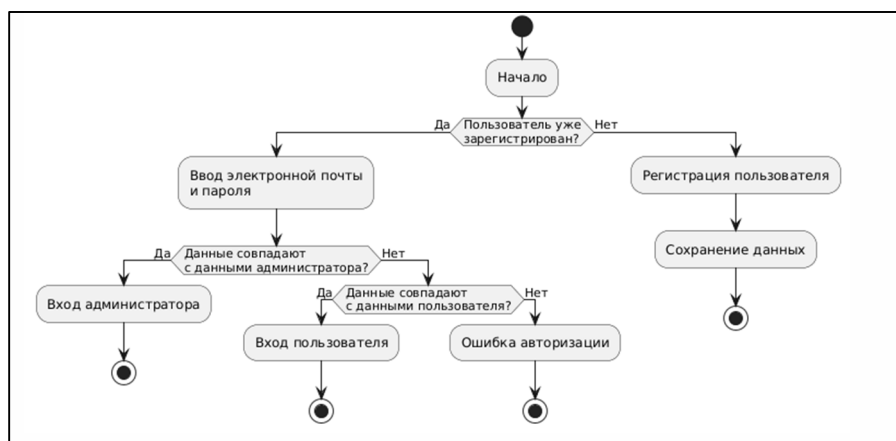


Рисунок 2 – Алгоритм регистрации и авторизации пользователя

Для проверки корректности обработки различных ситуаций проведены модульные тесты с использованием библиотеки *MSTest* [3]. Рассмотрены следующие ситуации: поиск компонента по несуществующему идентификатору, сравнение компонентов из разных категорий (например, процессора и видеокарты), а также корректность расчета интегрированного показателя производительности (при его наличии).

Заключение. Разработано функционирующее программное средство, которое автоматизирует процесс сравнительного анализа характеристик вычислительных компонентов ПК, обеспечивая централизованное хранение данных о моделях и удобный интерфейс для их сопоставления. Реализация данной системы позволяет сократить время на подбор комплектующих и минимизировать риск ошибок при оценке их совместимости и производительности. Для детального описания архитектуры построены диаграммы *UML*, включая диаграммы классов и вариантов использования.

Созданное приложение позволяет пользователям легко ориентироваться в многообразии моделей, проводить их объективное сравнение и делать осознанный выбор в соответствии с индивидуальными потребностями и бюджетом.

Список литературы

1. Почему выбирают .NET? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/ru-ru/platform/why-choose-dotnet>. – Дата доступа: 22.02.2026.
2. ASP.NET MVC Pattern [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet/mvc>. – Дата доступа: 22.02.2026.
3. Обзор MSTest [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core/testing/unit-testing-mstest-intro>. – Дата доступа: 22.02.2026.

UDC 004.42

SOFTWARE TOOL FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF PC COMPUTING COMPONENTS CHARACTERISTICS

Tereshko M.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Franko E. P. – Cand. of Sci., associate professor; associate professor of the department of EPE

Annotation. A software tool has been developed for comparative analysis of the characteristics of computing components of a personal computer in the C# programming language. The program provides data collection on components, their systematization and visual comparison of technical parameters in Windows operating systems.

Keywords: software tool, performance analysis, PC components, C# programming language, component comparison.

ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИЗАЙНА СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР УСПЕШНОГО ВНЕДРЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В БИЗНЕС-СРЕДЕ

Третьяк М.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности внедрения аналитических информационных систем в среде малого бизнеса, обусловленная недостаточным учетом инженерно-психологических факторов. На примере проектирования системы аналитической отчетности «АналитикаПро» демонстрируется, как трансформация пользовательских требований в функциональные модули и эргономичный дизайн интерфейса способствуют снижению когнитивной нагрузки и повышению уровня принятия системы пользователями.

Ключевые слова: инженерная психология, аналитическая система, UX/UI-дизайн, малый бизнес, человеко-компьютерное взаимодействие, когнитивная нагрузка

Введение. В условиях цифровой трансформации малого бизнеса аналитические системы становятся необходимым инструментом для поддержки управленческих решений. Однако, согласно данным *McKinsey & Company*, ключевой причиной неудач при внедрении цифровых решений является сопротивление персонала и низкий уровень принятия технологии [1]. Для малого бизнеса, где ресурсы ограничены, а пользователи зачастую не являются ИТ-специалистами, этот фактор становится критическим. Возникает противоречие между потребностью в аналитике и неготовностью пользователей работать со сложными системами. Особую остроту данному противоречию придает тот факт, что малый бизнес чаще всего не может позволить себе содержать выделенных специалистов по аналитике данных, поэтому работа с системой ложится на плечи руководителей и менеджеров, для которых каждый час работы имеет высокую стоимость. Разрешение этого противоречия лежит в плоскости инженерно-психологического проектирования, где в центре внимания находятся не только функции, но и когнитивные возможности человека [2].

Цель данной работы – продемонстрировать на примере разработки системы «АналитикаПро», как применение принципов инженерной психологии позволяет создать интерфейс, минимизирующий когнитивные барьеры и обеспечивающий успешное внедрение аналитического инструмента в бизнес-среде. В качестве методологической основы выступает системный анализ требований пользователей и их последующая трансформация в конкретные проектные решения.

Основная часть. Анализ научных исследований показывает, что перегруженность интерфейса и его несоответствие ментальным моделям пользователей ведут к росту числа ошибок и отказу от использования системы. Как справедливо отмечает А. В. Вострых, необходимо оценивать когнитивную, визуальную и моторную нагрузки, воздействующие на пользователя, для повышения его работоспособности в программе [3]. Помимо функциональной нагрузки, серьезным барьером является психологическое неприятие нового инструмента. Сопротивление персонала часто вызвано страхом ошибки и ростом когнитивной нагрузки, что снижает субъективное чувство контроля над рабочим процессом. Это подтверждается классическими исследованиями в области человеко-компьютерного взаимодействия, согласно которым потеря контроля над системой является одним из наиболее сильных стрессогенных факторов в профессиональной деятельности.

Проектирование системы «АналитикаПро» началось с анализа пользовательской аудитории – собственников и менеджеров малого бизнеса, не обладающих глубокими аналитическими навыками. В соответствии с методологией *User-Centered Design*, были

проведены полуструктурированные интервью с потенциальными пользователями и наблюдение за их текущими рабочими процессами при работе с электронными таблицами. Результатом этого анализа стала трансформация требований в функциональные модули, основанные на следующих инженерно-психологических принципах:

1 Минимизация когнитивной нагрузки и визуальная иерархия. Исследования в области когнитивной психологии подтверждают, что перегруженность интерфейса ведет к росту числа ошибок и снижению эффективности работы [4]. Главный экран системы спроектирован как информационная панель, где ключевые метрики визуализируются в виде крупных карточек в верхней части экрана (рис. 1). Это реализует принцип «визуальной иерархии», позволяя пользователю мгновенно оценить состояние дел, не погружаясь в детали [5].

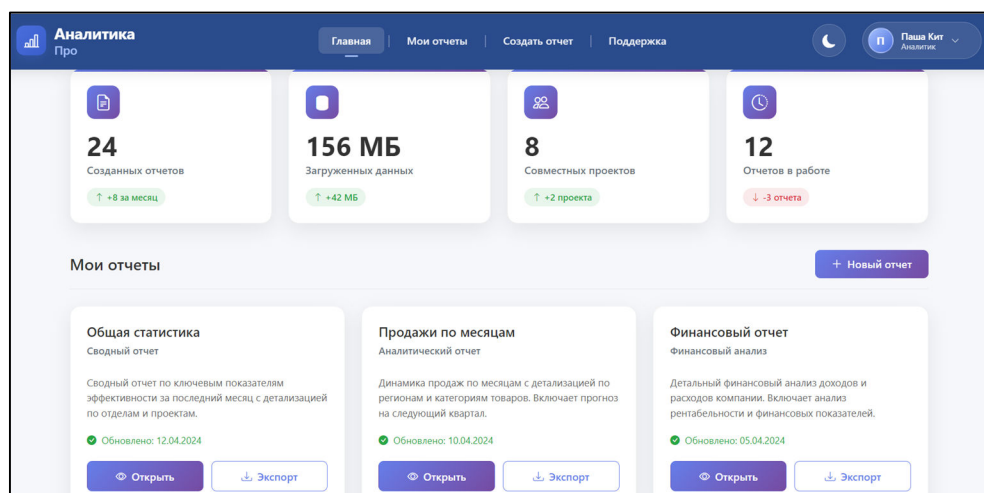


Рисунок 1 – Главная панель системы «АналитикаПро» с визуализацией ключевых метрик

2 Логическая группировка и прозрачность. Список отчетов структурирован как набор понятных карточек, каждая из которых содержит название, тип и краткое описание. Это делает систему «прозрачной», что, согласно требованиям к человеко-центрированным системам, позволяет пользователю понимать логику работы и внутренние процессы без дополнительных усилий.

3 Рациональное распределение функций. Следуя теории распределения функций, вычислительные и рутинные операции целесообразно автоматизировать, передавая их компьютеру, тогда как интерпретация данных и принятие решений должны оставаться за человеком. В разработанной системе рутинные операции по загрузке и первичной обработке данных из электронных таблиц автоматизированы. За человеком закреплены задачи интерпретации данных и принятия решений. Интерфейс поддерживает это разделение: статусы обработки файлов четко обозначены, что снижает тревожность пользователя и повышает доверие к системе [6].

4 Управляемость и контроль. Важным требованием для успешной гибридной системы является сохранение чувства контроля у пользователя. В «АналитикаПро» это реализовано через историю активности, где каждое действие фиксируется с указанием времени и статуса (рис. 2). Пользователь в любой момент может отследить путь данных, что формирует положительный пользовательский опыт и доверие к результатам аналитики [7].

Применение данных принципов позволило адаптировать сложную аналитику под когнитивные возможности человека. Интерфейс направляет пользователя, а не перегружает его, что критически важно для малого бизнеса, где время – ключевой ресурс. Снижение когнитивной нагрузки и времени на выполнение типовых операций напрямую влияет на скорость принятия системы и, как следствие, на успешность её внедрения.

ДАТА И ВРЕМЯ	ДЕЙСТВИЕ	ОБЪЕКТ	СТАТУС
12.04.2024 14:30	Загружен файл	sales_april.xlsx	Обработан
10.04.2024 11:15	Создан отчет	Продажи по месяцам	Готов
08.04.2024 09:45	Загружен файл	expenses.xlsx	В процессе

Рисунок 2 – Модуль истории активности, обеспечивающий прозрачность и контроль

Заключение. В результате проведенной работы было установлено, что инженерно-психологическое обоснование дизайна является не просто дополнительным улучшением, а фундаментальным фактором успешного внедрения аналитических систем в малом бизнесе. На примере разработки «АналитикаПро» показано, что проектирование, ориентированное на пользователя – от анализа его потребностей до реализации принципов визуальной иерархии, прозрачности и распределения функций – позволяет преодолеть основную причину неудач цифровизации: человеческий фактор. Полученные выводы подтверждают, что инвестиции в эргономику интерфейса на этапе проектирования обеспечивают более высокий уровень принятия системы и, в конечном итоге, её экономическую эффективность.

Список литературы

1. McKinsey & Company. *Unlocking success in digital transformations* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/unlocking-success-in-digital-transformations>. Дата доступа: 17.02.2026.
2. Card S., Moran T., Newell A. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. – Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
3. Вострых А.В. Имитационная компьютерная модель для оценки и тестирования согласованности информационно-функциональных элементов графических пользовательских интерфейсов // *Вестник МЭИ*. – 2025. – № 2. – С. 170–178. DOI: 10.24160/1993-6982-2025-2-170-178.
4. Fouladlou B., Sadeghi M., Koleini Mamaghani N., Rezaei M. Evaluation of UI/UX cognitive load by tracking mouse and analyzing placement duration // *Advances in Cognitive Sciences*. – 2025. – Vol. 27, № 2. – P. 96–107.
5. Норман Д. *Дизайн привычных вещей*. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 384 с.
6. Сергеев С. Ф. Психологические аспекты проблемы интерфейса в техногенном мире // *Психологический журнал*. – 2014. – № 5. – С. 88–98.
7. Шагун А. Integrating User-Centric Design in Business Analysis // *RE Magazine (IREB)*. – 2025. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://re-magazine.ireb.org/articles/integrating-user-centric-design-in-business-analysis>. Дата доступа: 23.02.2026.

UDC 004.777:339.16

ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL JUSTIFICATION OF SYSTEM DESIGN AS A FACTOR IN THE SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF ANALYTICAL SOLUTIONS IN THE BUSINESS ENVIRONMENT

Tretyak M.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B. – Senior Lecturer at the Department of IPIE

Annotation. The article considers the problem of low efficiency of implementation of analytical information systems in the small business environment, due to insufficient consideration of engineering and psychological factors. The design of an analytic reporting system «AnalitPro» demonstrates how the transformation of user requirements into functional modules and ergonomic interface design contribute to reducing cognitive load and increase the level of acceptance by users.

Keywords: engineering psychology, analytical system, UX/UI design, small business, human-computer interaction, cognitive load

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НАЙМА И БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ПЕРСОНАЛА

Войтович Е.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается автоматизированная система оптимизации процесса найма, которая является частью HRM-платформы. Система предназначена для ускорения первичного отбора кандидатов, повышения качества сопоставления резюме с требованиями вакансий и обеспечения контролируемой обработки персональных данных. В основе решения лежит применение методов обработки естественного языка (NLP) и больших языковых моделей для извлечения структурированных сведений из резюме, нормализации навыков, опыта и других значимых характеристик кандидата, а также для формирования объяснимого ранжирования. С практической точки зрения, система поддерживает резюме в форматах PDF и DOCX, сохранение связи извлечённых фактов с исходными фрагментами текста и использовании этих фрагментов при объяснении результатов анализа. Отдельное внимание уделяется обработке русскоязычных и англоязычных резюме, а также вопросам оценки качества AI-модуля и снижения рисков при работе с чувствительными данными.

Ключевые слова: HRM, найм персонала, скрининг, персональные данные, безопасность, резюме, PDF, DOCX, NLP, LLM, двуязычная обработка, объяснимость.

Введение. На этапе первичного отбора HR-специалисты обрабатывают большое количество резюме, представленных в разных форматах. Это усложняет сопоставление кандидатов с требованиями вакансии и требует значительных временных затрат. Стоит отметить, что одинаковые по смыслу навыки могут описываться разными формулировками, сведения об опыте работы – находиться в разных разделах, а важная информация – включаться в описание опыта или обязанностей. В итоге даже при наличии точных требований первичный скрининг остаётся трудоёмким [1].

Сложности усиливаются при обработке резюме в различных форматах (PDF и DOCX), а также при работе с русскоязычными и англоязычными документами. Кроме того, кадровые процессы требуют соблюдения норм защиты персональных данных, поскольку сведения о кандидатах относятся к чувствительной информации и должны обрабатываться в контролируемом режиме. Таким образом, разработка автоматизированной системы, позволяющей ускорить ранние этапы подбора, унифицировать предварительный анализ резюме и обеспечить безопасное управление кадровыми данными, является актуальной. Цель работы – описание автоматизированной системы оптимизации процесса найма, основанной на методах NLP и языковых моделях, с поддержкой объяснимого сопоставления кандидатов и вакансий и контролируемой обработки персональной информации [2].

Основная часть. Резюме представляет собой неструктурированный текст, в котором значимые для отбора сведения могут быть выражены по-разному и зависеть от контекста. По этой причине в основе системы лежит следующий процесс обработки документов, включающий извлечение текста из файлов PDF и DOCX, его очистку и последующую нормализацию. На данном этапе устраняются последствия форматирования, приводятся к общему формату даты, названия технологий и должностей, а также выделяются основные содержательные блоки: опыт работы, навыки, проекты и образование.

Результатом обработки является очищенный текст документа, и унифицированный профиль кандидата, который может использоваться повторно при изменении требований вакансии или правил оценки. Для кадровых процессов особенно важна возможность проверки полученных выводов, поэтому при извлечении фактов сохраняется связь с исходными фрагментами резюме – предложениями или абзацами, в которых подтверждаются навыки, должности или проектный опыт. Эти фрагменты используются при создании объяснения

результата, делает рекомендации системы более понятными для HR-специалиста.

Разрабатываемая система не рассматривается как замена HR-специалиста. Её назначение состоит в том, чтобы упростить первичный отбор и сделать его более последовательным. Для практического использования важна не только итоговая оценка соответствия кандидата вакансии, но и возможность увидеть, какие требования подтверждаются текстом резюме, какие отражены частично, а какие не подтверждены в явном виде. Такой подход позволяет сократить время обработки откликов, уменьшить нагрузку на специалистов по подбору персонала и сделать предварительное ранжирование кандидатов более обоснованным.

Поддержка двуязычного режима требует, чтобы система корректно извлекала сведения как из русскоязычных, так и из англоязычных резюме, не смешивая терминологию и не искажая смысл при приведении данных к единому виду. Для этого определяется язык документа, после чего применяются соответствующие правила нормализации и словарные соответствия. Сопоставление содержания выполняется не на уровне буквального перевода, а с использованием семантических представлений, позволяющих учитывать, близкие по смыслу формулировки. При этом исходные фрагменты текста сохраняются как подтверждение извлечённых фактов, а в унифицированном профиле фиксируются нормализованные обозначения навыков, ролей и других значимых характеристик.

Это позволяет перейти от анализа отдельных резюме в свободной форме к сравнению унифицированных профилей кандидатов. Для каждого соискателя система может выделять сведения об образовании, профессиональном опыте, ключевых навыках, проектах и других характеристиках, имеющих значение для конкретной вакансии. За счёт этого HR-специалисту проще сопоставлять кандидатов по единым критериям, не тратя дополнительное время на интерпретацию однотипной информации, представленной в разной форме. Особенно это важно при большом количестве откликов, когда необходимо сохранить и скорость первичного отбора, и достаточную обоснованность предварительных решений.

Сопоставление кандидата с вакансией строится на сочетании формализованных требований и оценки семантической близости текстовых описаний. Вакансия задаёт критерии в виде набора компетенций, требований к опыту и дополнительных условий, тогда как резюме представляется как совокупность нормализованных навыков, ролей, предметных областей и подтверждающих фрагментов опыта. На выходе формируется ранжирование кандидатов и пояснение, показывающее, какие требования подтверждаются содержанием резюме, какими фрагментами это подтверждается и какие дефициты компетенций повлияли на итоговую оценку. Качество работы модуля оценивается по метрикам точности и полноты извлечения сущностей, а также по метрикам ранжирования, например NDCG и MRR. Дополнительно учитывается устойчивость системы к незначительным переформулировкам текста резюме и вакансии [3].

Также существует вопрос единообразия оценки кандидатов на начальном этапе подбора. Хотя автоматизированная система не устраняет полностью риск смещений, она позволяет сделать первичный отбор более последовательным за счёт использования заранее заданных критериев сопоставления вакансии и резюме. Важным преимуществом этого подхода является прозрачность предварительных решений: HR-специалист может видеть, какие характеристики кандидата были учтены как релевантные, а какие оказались выражены недостаточно явно. Это повышает доверие к результатам анализа и упрощает проверку спорных случаев.

Безопасное управление персональными данными является обязательной частью системы. Кадровая информация – чувствительные данные и требует контролируемой обработки. В данной платформе это достигается за счет разграничения прав доступа к резюме и результатам анализа, фиксации действий пользователей и ограничении объёма данных, доступных на каждом этапе работы. Такой подход позволяет снизить риски, связанные кадровыми процессами, и повысить безопасность обработки персональной информации [4].

Практическая ценность подобных решений определяется не только точностью сопоставления резюме и вакансии, но и возможностью их включения в реальный кадровый процесс. Система первичного отбора должна автоматизировать рутинные операции, сокращать время предварительной обработки откликов и поддерживать единый порядок анализа кандидатов. Существенное значение при этом имеет поддержка резюме в форматах PDF и DOCX, а также учёт двуязычного контекста при обработке русскоязычных и англоязычных

документов. Таким образом, автоматизированный анализ резюме может использоваться как практический инструмент повышения эффективности подбора персонала.

Заключение. В работе рассмотрена автоматизированная система оптимизации процесса найма, ориентированная на ускорение первичного отбора кандидатов и повышение обоснованности предварительного ранжирования резюме. Использование методов обработки естественного языка и языковых моделей позволяет извлекать из резюме структурированные сведения, приводить их к унифицированному представлению и сопоставлять с требованиями вакансии с учётом семантической близости формулировок. Это особенно важно при обработке документов в форматах PDF и DOCX, а также при работе с русскоязычными и англоязычными резюме.

Данная платформа несет следующую практическую значимость: HR-специалист получает не только итоговую оценку соответствия кандидата вакансии, но и основания для такой оценки в виде фрагментов исходного текста резюме. Такой подход позволяет сделать первичный скрининг более единообразным, сократить время обработки откликов и повысить прозрачность предварительных решений. Также система подразумевает учёт требований к защите персональных данных за счёт разграничения доступа к информации и контролируемой обработки кадровых документов, что повышает надёжность использования системы в реальных HR-процессах [5].

Список литературы

1. Особенности подбора персонала: интеллектуальный анализ текстов резюме и вакансий // CyberLeninka. – URL: cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-podbora-personala-intellektualnyy-analiz-tekstov-rezume-i-vakansiy.
2. Закон Республики Беларусь от 07.05.2021 № 99-3 «О защите персональных данных» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12100099.
3. Ранжирование резюме с использованием NLP (выпускная квалификационная работа) // НИУ ВШЭ. – URL: hse.ru/edu/vkr/1052911017.
4. Приказ Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 12.11.2021 № 195 «О технической и криптографической защите персональных данных» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: pravo.by/document/?guid=3961&p0=T62104893.
5. Национальный центр защиты персональных данных Республики Беларусь. Правовые основания обработки персональных данных (разъяснение). – URL: cpd.by/zachita-personalnyh-dannyh/operatoru/pravovye-osnovaniya-obrabotki/.

UDC 004.8:331.108.3

AUTOMATED SYSTEM FOR HIRING PROCESS OPTIMIZATION AND SECURE PERSONAL DATA MANAGEMENT

Vaitovich Y.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – Senior Lecturer of the Department of IPiE

Annotation. The paper presents an automated system for hiring process optimization developed as a part of an HRM platform. The system is aimed at accelerating the initial screening stage, improving the consistency of candidate-to-vacancy matching, and supporting secure processing of personal data. The proposed solution applies natural language processing methods and large language models to extract structured information from CVs, normalize skills and experience, and generate an explainable ranking of candidates. The system supports PDF and DOCX resumes, preserves links between extracted facts and source text fragments, and operates with both Russian- and English-language CVs. Special attention is paid to evaluation of extraction and ranking quality, robustness of the AI module, and controlled handling of sensitive personnel data.

Keywords: HRM, hiring, personal data, security, CV, PDF, DOCX, NLP, LLM, bilingual processing, explainability.

УДК 628.9.04-047.44

ОЦЕНКА УРОВНЯ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В НОЧНОМ ГОРОДЕ

Бабинович А.С., Булавко К.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Экспериментально исследован уровень светового загрязнения в ночном городе путем сопоставления экспериментально полученных данных со шкалой Бортля. Произведен сравнительный анализ полученных данных с мировыми с использованием специализированного приложения-карты светового загрязнения.

Ключевые слова: искусственное освещение, гистограмма, световое загрязнение, световой купол, шкала Бортля

Введение. Фонари, архитектурная подсветка, рекламные экраны, витрины магазинов и фары автомобилей создают световое загрязнение - форму физического загрязнения, которая связана с превышением допустимого уровня освещения в ночном городе. Рост уровня засветки ночного неба не только препятствует астрономическим наблюдениям, но и оказывает негативное воздействие на биологические ритмы живых организмов.

В данной статье авторами исследован уровень светового загрязнения на основании экспериментальных данных. Установлены факторы, обусловившие полученные результаты. Проведена оценка соответствия полученных результатов с мировыми данными светового загрязнения.

Основная часть. Весомая часть искусственного освещения ночного города отражается вверх, что создает над городом “световой купол”. Находящиеся в воздухе частицы пыли усиливают осветление неба путем отражения, преломления и рассеивания света [1]. Слишком сильное световое загрязнение имеет последствия: оно размывает звездный свет в ночном небе, мешает астрономическим исследованиям, оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье людей и впустую расходует энергию [2].

Для оценки уровня светового загрязнения ночного города были получены фотографии ночного неба в следующих локациях: центр города (рисунок 1, а), спальня район (рисунок 1, б), пригород (рисунок 1, в). Для обеспечения сопоставимости результатов все фотоснимки выполнялись с использованием одинаковых настроек в единое время - 22.02.2026, 22:14. Использовались следующие настройки камеры: ISO 100, выдержка 8 секунд, диафрагма 1.9, wb auto.

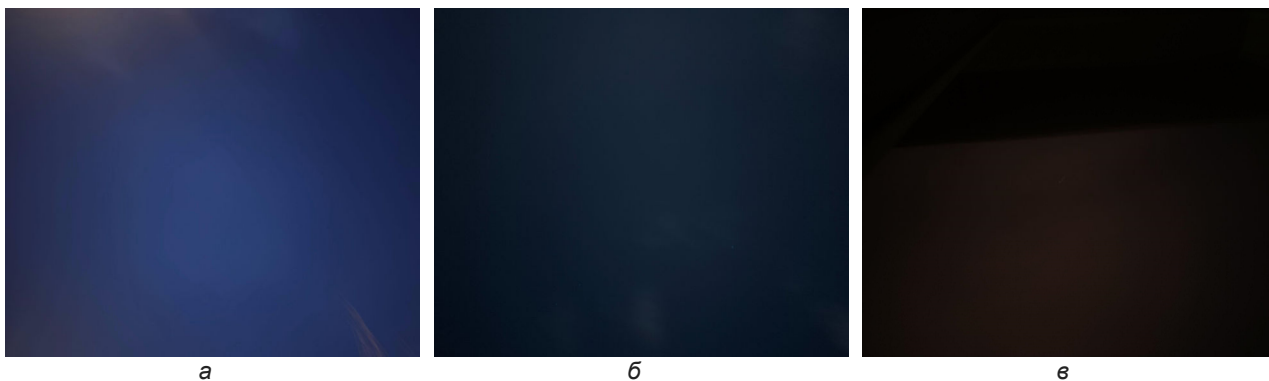


Рисунок 1 – Фотография ночного неба: а - в центре города, б - в спальном районе, в - в пригороде

Как можно заметить из приведенных выше фотоснимков, максимальное световое загрязнение сосредоточено в центре города, минимальное - в пригороде. Максимальный уровень светового загрязнения в центральных районах объясняется высокой плотностью

источников освещения и повышенным содержанием частиц пыли в воздухе. В свою очередь минимальный уровень светового загрязнения в пригороде связан с меньшей интенсивностью уличного освещения.

Визуально оценивая полученные фотоснимки, соотнесем состояния ночного неба с градациями шкалы Бортля [3], изображенной на рисунке 2. Для ночного неба в центре города характерна яркая засветка и отсутствие звезд, что соответствует 8/9 баллам по шкале Бортля. В спальном районе небо насыщенное, темно-синее, видимость слабых звезд минимальна, что соответствует 7 баллам по шкале Бортля. В пригороде небо темное, коричнево-черное, видны яркие и умеренно яркие звезды, что соответствует 6 баллам по шкале Бортля.

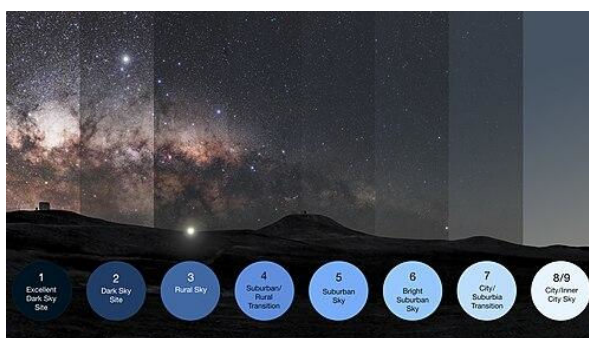


Рисунок 2 – Шкала светового загрязнения Бортля

На основе фотоснимков ночного неба построены гистограммы (рисунки 3 - 5). Используя такие характеристики, как яркость (описывается кривой черного цвета) и медианы каналов, можно проанализировать степень светового загрязнения. Характеристики гистограмм приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Медианы каналов

Локация	Медиана
Пригород	12
Спальный район	27
Центральный район	55

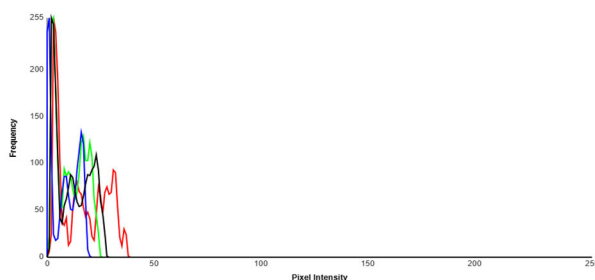


Рисунок 3 – Гистограмма фотоснимка пригорода

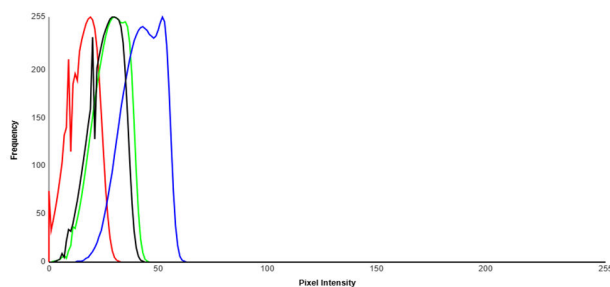


Рисунок 4 – Гистограмма фотоснимка спального района

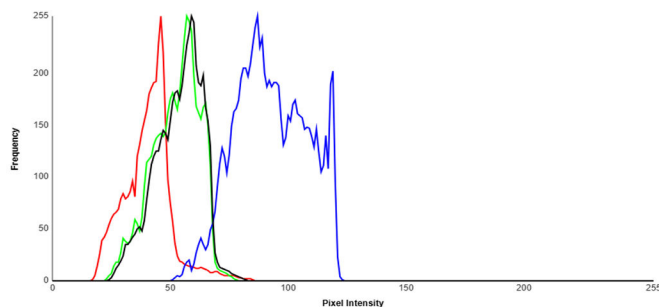


Рисунок 5 – Гистограмма фотоснимка центрального района

Полноту светового загрязнения можно определить по положению пика: чем правее пик при одинаковых настройках фотографии, тем сильнее световое загрязнение. На первой диаграмме пик находится в пределах от 0 до 14 (0 - 5% от полной шкалы), значение его медианы - 12. На второй гистограмме пик располагается в зоне от 10 до 50 (5 - 20% от полной шкалы), его медиана - 27. На третьей гистограмме пик сдвигается в область от 40 до 70 (20 - 30% от полной шкалы), его медиана - 55. Как видно из приведенных данных, уровень светового загрязнения увеличивается от пригорода к центральному району города.

Для проведения сравнительного анализа экспериментальных данных с мировыми значениями светового загрязнения была использована карта светового загрязнения (LightPollutionMap.app) [4]. Согласно мировым данным, центру города соответствует 8.1 баллов по шкале Бортля, спальному району - 7.8 баллов по шкале Бортля, пригороду - 5.7 баллов по шкале Бортля. Таким образом, полученные в результате эксперимента данные согласуются с мировыми значениями светового загрязнения.

Закключение. Получены фотоснимки ночного Минска в центральном, спальном районах и пригороде. Фотографии выполнены с едиными настройками и в единое время. Проведена оценка уровня светового загрязнения г. Минска путем сопоставления полученных экспериментальных данных со шкалой Бортля. Построены гистограммы по фотоснимкам. Установлено соответствие результатов эксперимента с мировыми данными светового загрязнения.

Список литературы

1. Брайтэлек [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://brightelec.ru/svetovoezagryaznenie>
2. ТРЕНДЫ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://trends-rbc-ru.cdn.ampproject.org/v/s/trends.rbc.ru/trends/amp/news/6149fd229a79471217e745c1?amp_gsa=1&amp_js_v=a9&usqp=mq331AQIUAKwASCAAgM%3D#amp_tf=%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%3A%20%251%24s&aoh=17721213387544&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&ampshare=https%3A%2F%2Ftrends.rbc.ru%2Ftrends%2Fgreen%2F6149fd229a79471217e745c1
3. Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://be.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%91%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BB%D1%8F
4. Карта светового загрязнения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lightpollutionmap.app/ru/>

UDC 628.9.04-047.44

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF LIGHT POLLUTION IN THE NIGHT CITY

Babinovich A.S., Bulavko K.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Kamlach V.I. – Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the department of EPE

Annotation. The level of light pollution in a night city was experimentally investigated by comparing the experimentally obtained data with the Bortl scale. A comparative analysis of the data obtained with the world data was carried out using a specialized application-maps of light pollution.

Keywords: artificial lighting, histogram, light pollution, light dome, Bortle scale.

ТРУДОВЫЕ ЦЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ Y И Z: СОЗДАНИЕ АДАПТИВНЫХ HR-СТРАТЕГИЙ

Гетманчук Д.Г., Кляус А.Б.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Яцкевич А.Ю. – ст. преподаватель кафедры ИПЭ

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа трудовых ценностей поколений Y и Z. Доказано наличие различий в таких аспектах, как мотивация, формат занятости и карьерные ожидания: поколение Y ориентировано на самореализацию, в то время как поколение Z демонстрирует потребность в автономии.

Ключевые слова: трудовая мотивация, трудовые ценности, поколение Y, поколение Z, HR-стратегии.

Введение. На сегодняшний день на рынке труда основными группами работников являются миллениалы (поколение Y) и зумеры (поколение Z). Цифровая трансформация и меняющиеся экономические условия привели к тому, что представители данных поколений демонстрируют разные подходы к выстраиванию своей карьеры [1].

Поколение Y формировалось в период становления рыночной экономики, что обусловило их стремление к карьерному росту и самореализации в рамках чётких иерархических структур [2]. В то же время поколение Z, выросшее в эпоху глобальной цифровизации, демонстрирует запрос на свободу действий, технологичность процессов и личный комфорт [3]. Понимание этих различий важно для создания благоприятной рабочей среды.

Основная часть. На основе анализа литературных данных нами были сформированы психологические профили представителей различных поколений (рисунок 1).

	Поколение Y (1981–1996)	Поколение Z (1997–2012)
Параметры сравнения		
Социальный контекст развития	Период становления рыночной экономики	Период глобальной цифровизации
Основные ожидания от работы	Карьерный рост, самореализация	Финансовая стабильность, личный комфорт
Предпочитаемый формат занятости	Гибридный график	Удалённая работа
Требования к организации труда	Чёткая постановка задач, наличие обратной связи	Технологичность процессов, свобода действий

Рисунок 1 – Психологические профили поколений

Нами было проведено эмпирическое исследование различий в системе трудовых ценностей представителей различных поколений работников. Гипотеза исследования: для миллениалов приоритетным является карьерное продвижение и статус, в то время как для зумеров на первый план выходят финансовая стабильность и личный комфорт [2].

Для эмпирической проверки гипотезы был проведён опрос, в котором приняли участие 23 представителя поколения Y и 27 представителей поколения Z. Для проверки статистической значимости выявленных различий в ответах респондентов использовалось угловое преобразование Фишера. Полученные результаты представлены ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ трудовых ценностей поколений

Параметр сравнения	Поколение	Доля (%)	φ (рад.)	$\varphi_{\text{эмп}}^*$ (рад.)
Карьерный рост	Y	52,2	1,615	1,635
	Z	29,6	1,151	
Финансовая стабильность	Y	17,4	0,861	1,575
	Z	37,0	1,308	

Анализ полученных данных свидетельствует о наличии различий в приоритетах. По параметру «карьерный рост» лидирует поколение Y (52,2% против 29,6%), различия являются статистически значимыми при вероятности ошибки $p=0,05$. Представители поколения Z гораздо чаще выбирают финансовую стабильность (37,0% против 17,4%) как главное условие для того, чтобы оставаться в компании (наблюдается тенденция к статистической значимости различий, вероятность ошибки $p=0,06$).

Таким образом, для поколения Y эффективная HR-стратегия должна включать чёткие планы профессионального развития и систему обучения, так как миллениалы высоко ценят стабильность и возможность самореализации в рамках понятной корпоративной структуры [2; 4]. Для поколения Z предпочтительнее HR-стратегия адаптивной автономии и управления по результатам [3]. Она предполагает отказ от жёсткого контроля в пользу гибкого графика и оценки работы по KPI. Использование современных технологий и предоставление свободы в выборе инструментов позволяют повысить вовлечённость в рабочий процесс [4].

Заключение. В ходе проведённого исследования было доказано, что трудовая мотивация поколений Y и Z имеет различия, обусловленные контекстом их взросления. Для миллениалов ключевым стимулом является профессиональный статус и карьерный рост. В то же время для зумеров на первый план выходят комфорт и финансовая стабильность [2].

Полученные данные могут быть использованы HR-специалистами для разработки более гибких систем мотивации. Учёт специфики каждого поколения позволит компаниям эффективнее привлекать и удерживать сотрудников в условиях современного рынка труда.

Список литературы

1. Аранжсин, В. В. Влияние трудовых ценностей различных поколений на выбор занятости / В. В. Аранжсин // Экономика труда. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 313–324.
2. Радаев, В. В. Миллениалы и поколение Z: изменения ценностей и поведения на рынке труда / В. В. Радаев. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 312 с.
3. Дашкова, Е. С. Особенности трудовой мотивации работников поколения Z / Е. С. Дашкова, О. М. Трубникова, Н. И. Хромов. – М.: Научное издание, 2021. – 12 с.
4. Шамис, Е. А. Теория поколений и управление молодёжью в организации / Е. А. Шамис, А. В. Никонов. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 368 с.

UDC 159.9.072:331.101.3

LABOR VALUES OF GENERATIONS Y AND Z: CREATING ADAPTIVE HR-STRATEGIES

Getmanchuk D.G., Klaus A.B.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Yatskevich A.Y. – senior lecturer of the department of IPE

Annotation. The article presents the results of a comparative analysis of the labor values of generations Y and Z. There are differences in aspects such as motivation, employment format and career expectations: generation Y is focused on self-realization, while generation Z demonstrates the need for autonomy.

Keywords: labor motivation, labor values, generation Y, generation Z, HR-strategies

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПЕРЕХОДА К БЕЗБУМАЖНОМУ ХРАНЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ

Герасимович А.Ю.; Бобровская В.Е.

*Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработана онлайн-платформа для хранения и представления информации, рассматриваемая как экологически устойчивый способ цифрового архивирования. Переход от бумажных носителей к цифровым технологиям позволяет сократить использование бумаги и уменьшить потребление природных ресурсов. При загрузке документов система автоматически выполняет их анализ с помощью искусственного интеллекта: извлекает текст, создает краткое описание и определяет ключевые теги, что значительно упрощает последующий поиск определенных данных. Платформа объединяет различные виды материалов, включая факты, фотографии, статистические данные и публикации, обеспечивая их долгосрочное хранение и передачу будущим поколениям.

Ключевые слова. искусственный интеллект, цифровой архив, экология, устойчивое развитие, цифровые технологии, историческое наследие.

Введение. Сохранение информации традиционно осуществлялось с помощью бумажных архивов, которые требуют значительных материальных и природных ресурсов. Производство бумаги связано с использованием древесины, воды и энергии, что оказывает влияние на окружающую среду. В условиях развития цифровых технологий появилась возможность перехода к более экологичным способам хранения информации. Онлайн-архивы позволяют сохранять большие объёмы данных в цифровом формате, снижая необходимость печати и физического хранения документов [1]. Переход к цифровым архивам в современном мире позволяет одновременно решать задачи сохранения информации на многие десятилетия вперед и сокращения использования природных ресурсов [2].

Основная часть. Онлайн-платформа представляет собой цифровой архив, предназначенный для хранения различных видов информации. На платформе могут размещаться исторические события, фотографии, документы, публикации и другие материалы, необходимые для различных организаций, проектов или сообществ. Достоинством архива является возможность долговременного хранения, что исключает риск потери документов и других материалов.

Структура платформы позволяет представлять данные в удобном формате, обеспечивая быстрый доступ к необходимой информации. Инструменты сквозного поиска позволяют быстро находить нужные материалы, так как система ищет одновременно по полному содержанию документов, их названиям, тегам и метаданным. Главной функцией платформы является встроенный *AI*-модуль: он автоматически изучает файл при загрузке и создает краткий обзор. Это экономит время, позволяя пользователю сразу понять суть документа, не открывая его. ИИ также формирует набор тегов на основе текста. Это превращает архив в интеллектуальную систему, где документы самостоятельно классифицируют себя. Для реализации онлайн-архива разработано адаптивное веб-приложение на основе библиотеки *React* и облачной платформы *Supabase*. Система включает публичный интерфейс для пользователей и защищенную административную панель, поддерживающую механизм аутентификации и загрузку *PDF*-документов с использованием паттерна «*drag-and-drop*».

Серверная инфраструктура использует возможности работы с СУБД *PostgreSQL* для структурированного хранения метаданных и объектное хранилище *Supabase Storage* для размещения файлов. Безопасность и разграничение прав доступа к документам обеспечиваются на уровне базы данных через политики безопасности строк. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется посредством асинхронных запросов *RESTful API*.

Особое внимание при проектировании интерфейса уделено принципам адаптивной верстки, что гарантирует качественное отображение архивных материалов на различных типах устройств, включая персональные компьютеры, планшеты и смартфоны. Модульный подход к разработке позволяет легко расширять функционал системы, например, использовать дополнительные форматы файлов. Использование облачной инфраструктуры обеспечивает высокую доступность сервиса и отказоустойчивость хранилища, что является важным фактором для долгосрочного сохранения цифрового наследия. Для управления архивными материалами предусмотрен административный интерфейс, позволяющий загружать и редактировать документы в цифровом формате. Интерфейс панели загрузки документа представлен на рисунке 1, а публичный интерфейс архива – на рисунке 2.

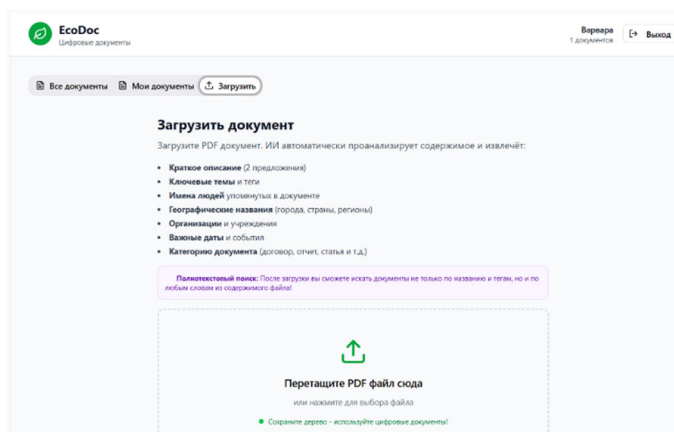


Рисунок 1 – Интерфейс панели загрузки документов

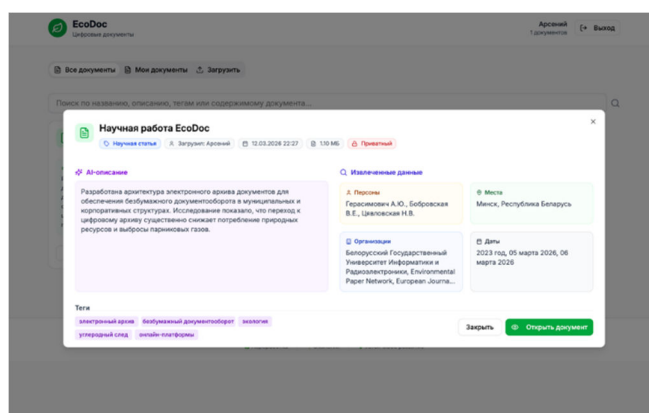


Рисунок 2 – Публичный интерфейс архива

С экологической точки зрения внедрение электронных архивов способствует существенному сокращению потребления исчерпаемых природных ресурсов, в частности древесины и пресной воды, используемых в целлюлозно-бумажной промышленности [3]. Согласно современным исследованиям, среднегодовой расход бумаги одним офисным сотрудником составляет порядка 10000 листов формата А4 [4]. Учитывая, что масса стандартной упаковки (500 листов) равна 2,5 кг, индивидуальное годовое потребление достигает 50 кг. Масштабирование данных показателей демонстрирует, что штат из 1000 сотрудников ежегодно расходует 50 тонн бумаги. В научной литературе отмечается, что для производства одной тонны бумажной продукции требуется переработка древесины приблизительно 24 деревьев [5]. Таким образом, переход 1000 сотрудников на цифровой документооборот обеспечивает ежегодную экономию 50 тонн бумаги, что эквивалентно сохранению около 1200 деревьев, тем самым значительно снижая общую экологическую нагрузку.

Платформа может быть интегрирована в информационную инфраструктуру различных организаций, компаний. Онлайн-архив может использоваться государственными учреждениями, музеями, библиотеками, центрами исследований, а также общественными и коммерческими организациями для хранения материалов в цифровом формате [6].

Заключение. Разработка онлайн-платформы позволяет создать структурированный цифровой архив, обеспечивающий долгосрочное хранение материалов и информации различного формата. Интеграция с искусственным интеллектом делает систему эффективной, оптимизируя анализ содержимого в документе. Информация может быть использована в различных целях для учреждений образования, музеев и других организаций, в сфере образования, науки и искусства. Использование цифровых технологий сокращает потребность в бумажных документах, снижает расход природных ресурсов и уменьшает экологическую нагрузку. Внедрение подобных систем способствует распространению экологически устойчивых методов хранения информации и обеспечивает передачу исторического и культурного наследия будущим поколениям в надежном формате.

Список литературы

1. Jaillant, L. How can we make born-digital and digitised archives more accessible? Identifying obstacles and solutions / L. Jaillant // *Archival Science*. 2022. Vol. 22. P. 417–436. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://d-nb.info/1259954617/34>. Дата доступа: 05.03.2026.
2. Richards, J. D. Digital Preservation and Access / J. D. Richards // *European Journal of Archaeology*. 2002. Vol. 5, No 3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/253320283_Digital_Preservation_and_Access. Дата доступа: 05.03.2026.
3. Сабенникова, И. В. Личные архивы и их трансформация в эпоху цифровизации / И. В. Сабенникова // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: История России*. 2022. № 2. С. 251–257. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journals.rudn.ru/russian-history/article/view/31142>. Дата доступа: 05.03.2026.
4. Sandhu, U. Paperless Office: A New Name to Technology / U. Sandhu // *International Journal of Management & Business Studies*. 2014. Vol. 4, No 2. P. 61–64. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ijmbs.com/42/ujjal-sandhu.pdf>. Дата доступа: 05.03.2026.
5. Ali, M. The Economics of Paper Consumption in Offices / M. Ali // *Journal of Business Economics and Management*. 2019. Vol. 20, No 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/JBEM/article/download/6809/6613>. Дата доступа: 05.03.2026.
6. Дворецкая, А. П. Электронные архивы: учебно-методическое пособие / А. П. Дворецкая. Красноярск: Гуманитарный институт Сибирского федерального университета, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/131300>. Дата доступа: 06.03.2026.

UDC 004.65:004.8

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC ARCHIVE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR THE TRANSITION TO PAPERLESS INFORMATION STORAGE

A.Y. Herasimovich, V.E Bobrovskaya.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

N.V. Tsyavlovskaya – Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics, Master of Technical Sciences

Annotation. An online platform for storing and presenting information has been developed, considered as an environmentally sustainable method of digital archiving. The transition from traditional paper archives to digital technologies makes it possible to reduce paper usage and decrease the consumption of natural resources. When uploading documents, the system automatically performs their analysis using artificial intelligence: it extracts text, creates a brief description, and identifies key tags, which significantly simplifies the subsequent search for specific data. The platform combines various types of materials, including historical facts, photographs, statistical data and publications, ensuring their long-term preservation and transmission to future generations.

Keywords. artificial intelligence, digital archive, ecology, sustainable development, digital technologies, historical heritage.

УДК 004.588.2

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТИМУЛАМИ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА

Ильсова М.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Прудник А.М. - к.т.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается подход к повышению эффективности человеко-машинных систем за счет внедрения алгоритма адаптивного управления стимулами трудовой деятельности оператора. Предложена система метрик (временных, точностных и интенсивных), формирующих нестационарный временной ряд производительности. Описан алгоритм детекции спадов работоспособности на основе метода «скользящего окна» и экспоненциального сглаживания, обеспечивающий динамическую настройку порогов срабатывания. Представлена логическая матрица выбора управляющих воздействий, позволяющая индивидуализировать стимуляцию и минимизировать эффект сенсорной адаптации.

Ключевые слова: человеко-машинная система, оператор, адаптивное управление, временной ряд, производительность труда, алгоритм детекции аномалий, эргономика

Введение. Эффективность функционирования современных эргатических систем во многом определяется качеством управления контуром «человек-машина». Одной из критических проблем в эксплуатации таких систем является нестабильность функционального состояния оператора, вызванная монотонией или высокой интенсивностью информационного потока. В этих условиях традиционные, статичные методы стимулирования трудовой деятельности оказываются недостаточно эффективными, поскольку они не учитывают динамику индивидуальных показателей работоспособности и эффект привыкания к управляющим воздействиям [1].

Современные исследования в области адаптивной автоматизации и «умного» стимулирования (Incentive Engineering) указывают на необходимость перехода к проактивным моделям управления на основе обратной связи [2]. Ключевой научно-технической задачей здесь является разработка алгоритма, способного в реальном времени идентифицировать фазы снижения производительности и подбирать адекватный тип воздействия. Решение данной задачи требует применения методов анализа временных рядов производительности и психофизиологических показателей оператора, что позволяет прогнозировать негативные тренды в его деятельности [3].

Разработка алгоритма адаптивного управления стимулами на основе анализа временных рядов позволяет реализовать гибкое взаимодействие в системе «человек-компьютер» (Human-Computer Interaction, HCI). Это обеспечивает динамическую коррекцию интенсивности и формы стимуляции, что критически важно для поддержания надежности и отказоустойчивости сложных интеллектуальных систем в условиях длительных рабочих циклов.

Основная часть. Для реализации адаптивного управления необходимо определить вектор параметров, формирующих временной ряд деятельности оператора. В рамках исследования выделены три группы метрик[4]:

1 Временные метрики (T): время реакции на аварийный сигнал, среднее время выполнения единичной технологической операции.

2 Точностные метрики (E): коэффициент совершения ошибок (отношение ошибочных действий к общему числу манипуляций), величина отклонения регулируемого параметра от уставки.

3 Интенсивные метрики (I): количество обработанных информационных сигналов в единицу времени.

Интегральный показатель производительности в момент времени t можно представить в виде функции:

$$P(t) = w_1 \cdot \bar{T}(t) + w_2 \cdot \bar{E}(t) + w_3 \cdot \bar{I}(t),$$

где w_i – весовые коэффициенты, определяемые спецификой конкретной человеко-машинной системы.

Основой предлагаемой системы является алгоритм, работающий по принципу «скользящего окна» анализа данных. Алгоритм включает следующие этапы:

1 Сбор данных: непрерывная фиксация метрик $P(t)$ и формирование временного ряда.

2 Детекция аномалий: сравнение текущего значения $P(t)$ со средним значением за предыдущий период (P_{avg}). Если $P(t) < (P_{avg} - \sigma)$, где σ – среднее квадратичное отклонение, система идентифицирует фазу снижения работоспособности.

3 Классификация состояния: анализ тренда (убывающий, пульсирующий, стабильно низкий).

4 Выбор стимула: на основе выявленного состояния система выбирает тип воздействия из базы данных стимулов:

– когнитивный стимул: изменение цветовой схемы интерфейса или подача звукового сигнала;

– геймифицированный стимул: вывод промежуточного рейтинга или достижение «контрольной точки»;

– информационный стимул: актуализация инструкции или подсказка ИИ-ассистента.

5 Оценка отклика: анализ изменения производительности после подачи стимула для корректировки базы правил алгоритма (самообучение).

Для реализации адаптивного управления стимулами деятельность оператора рассматривается как нестационарный временной ряд $\{P_t\}_{t=1}^N$. Ключевой задачей алгоритма является сепарация случайных флуктуаций производительности от значимых трендов утомления или потери концентрации.

В работе применяется метод экспоненциального сглаживания для прогнозирования краткосрочных изменений [5]:

$$S_t = \alpha \cdot P_t + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1},$$

где S_t – сглаженное значение производительности, а α – коэффициент адаптации ($0 < \alpha < 1$).

Высокое значение α позволяет системе быстро реагировать на резкие сбои (например, пропуск аварийного сигнала), в то время как низкое значение фильтрует случайные кратковременные задержки, не требующие вмешательства.

Адаптивность системы обеспечивается за счет динамического изменения весов стимулов в зависимости от истории откликов конкретного оператора. Предлагаемый алгоритм реализует логику «стимул-реакция» в рамках замкнутого контура:

1 Детекция паттерна: алгоритм выявляет характер снижения показателей (например, «дрейф» – медленное увеличение времени реакции или «провал» – резкий рост количества ошибок).

2 Адаптивное весовое распределение: система хранит массив эффективностей стимулов $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Если на визуальный стимул (мигание интерфейса) оператор перестал реагировать, его вес e_1 понижается, и система выбирает альтернативное воздействие (например, аудиосигнал или изменение сложности задачи).

3 Предотвращение сенсорной адаптации: алгоритм ограничивает частоту подачи однотипных стимулов, чтобы избежать привыкания («замыливания»), что является критически важным для поддержания бдительности в ЧМС [6].

Для верификации удобства использования системы был использован метод System Usability Scale (SUS) [7]. Операторы оценивали интерфейс системы стимулирования по 10

критериям, что позволило выявить «узкие места». Например, чрезмерную агрессивность некоторых визуальных стимулов, вызывающую раздражение и, как следствие, вторичное снижение производительности.

Дополнительно проводился качественный анализ отзывов с использованием контент-анализа. Это позволило сформировать «библиотеку предпочтительных воздействий», где для каждого типа личности оператора (по результатам предварительного тестирования) определен свой набор эффективных стимулов.

На рисунке 1 представлена визуализация работы разработанного алгоритма адаптивного мониторинга. Синяя линия показывает динамику интегрального показателя производительности оператора (P_t), красная пунктирная линия – динамический порог срабатывания. Закрашенные области демонстрируют моменты, когда производительность падает ниже порога, что является триггером для подачи стимулирующего воздействия. Использование скользящего окна позволяет системе адаптироваться к индивидуальным флуктуациям оператора, пересчитывая порог в реальном времени, что наглядно иллюстрирует реализацию принципа адаптивности системы.

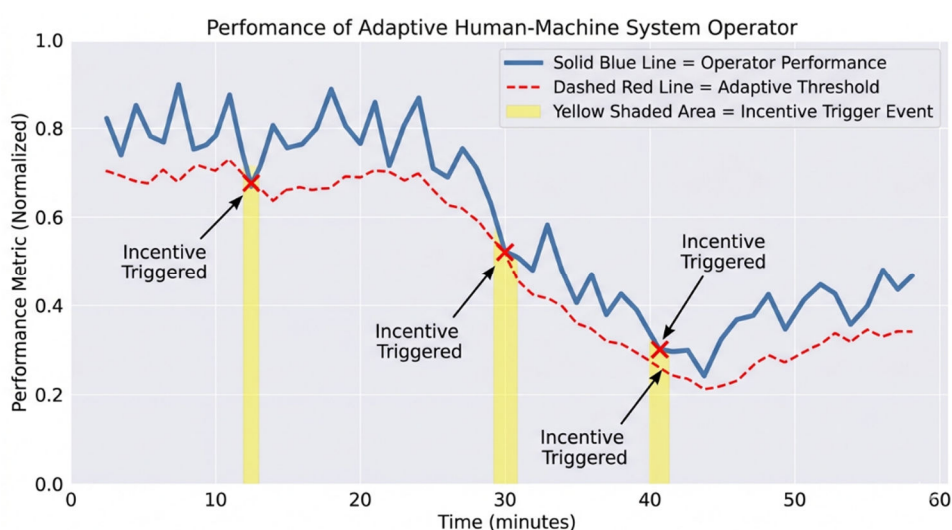


Рисунок 1 – Динамика показателей производительности оператора

Для автоматизации выбора стратегии стимулирования разработана логическая матрица (таблица 1), сопоставляющая характер изменения временного ряда с типом воздействия. Выбор осуществляется на основе анализа двух параметров: глубины спада производительности (ΔP) и градиента его изменения (∇P).

Таблица 1 – Стратегии стимулирования

Характер изменения (Паттерн)	Вероятное состояние оператора	Рекомендуемый тип стимула
Медленный дрейф вниз	Нарастающее утомление, монотония	Информационный: Смена задачи, ИИ-подсказка
Резкий единичный провал	Потеря концентрации, отвлечение	Когнитивный: Звуковой сигнал, мигание рамки
Пульсирующая динамика	Высокая когнитивная нагрузка, стресс	Геймифицированный: Промежуточный рейтинг

Предложенная классификация позволяет минимизировать риск «информационного шума», подавая стимул только в те моменты, когда он действительно необходим для стабилизации системы. Это обеспечивает высокую адаптивность за счет того, что база правил системы корректируется по результатам анализа отклика оператора на предыдущие воздействия.

Заключение. В ходе проведенного исследования разработаны научно-методические основы построения адаптивной системы стимулирования трудовой деятельности операторов.

На основе анализа временных рядов производительности предложен алгоритм, позволяющий в реальном времени идентифицировать фазы снижения работоспособности и реализовывать персонализированное управляющее воздействие. Благодаря использованию алгоритма обратной связи, управляющие воздействия перестают быть статичными и трансформируются в гибкий инструмент поддержания надежности человеко-машинного взаимодействия.

Практическая ценность предложенных решений заключается в возможности их программной реализации в составе интеллектуальных интерфейсов и тренажерных комплексов. Сочетание количественных метрик производительности с качественным анализом пользовательского опыта (SUS-тестирование) обеспечивает высокую степень персонализации стимулов, что критически важно для предотвращения сенсорной адаптации. Внедрение подобных адаптивных модулей в реальные системы управления позволит существенно повысить эффективность деятельности операторов за счет проактивного купирования рисков, связанных с человеческим фактором.

Список литературы

1. Zahmat Doost, E. *Enhancing Human-Autonomous System Interaction and Team Dynamics in Automated Driving Systems (ADS)* / E. Zahmat Doost, J. Gorman // *Proceedings of the AAAI Symposium Series*. 2025. Vol. 5, No. 1. P. 127–130.
2. Zhang, Y. *Adaptive Incentive Engineering in Citizen-Centric AI* / Y. Zhang, J. Stein [et al.] // *Proceedings of the 23rd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS)*. 2024. P. 2684–2692..
3. Yang, X. J. *Toward Quantifying Trust Dynamics: How People Adjust Their Trust After Moment-to-Moment Interaction With Automation* / X. J. Yang, C. Schemanske, C. Searle // *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2021. Vol. 65, No. 8. P. 1591–1606.
4. Gubskiy, Andrew. *Экспертная оценка деятельности операторов эргатических систем* / Andrew Gubskiy // *Радиоэлектроника, информатика, управління*. 2013. № 1. С. 60–65.
5. Лукашин, Ю. П. *Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов* / Ю. П. Лукашин. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
6. Sheridan T., Parasuraman R. (2005) *Human-Automation Interaction. Reviews of Human Factors and Ergonomics*. 1 (1), 89–129. DOI: 10.1518/155723405783703082.
7. Grier R., Bangor A., Kortum P., Peres S. (2013) *The System Usability Scale. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 57 (1), 187–191.

UDC 004.588.2

DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE INCENTIVE CONTROL ALGORITHM IN HUMAN-MACHINE SYSTEMS BASED ON OPERATOR PERFORMANCE TIME SERIES ANALYSIS

Ilyasova M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. - Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the Department of EPE

Annotation. The article considers an approach to increasing the efficiency of human-machine systems by implementing an algorithm for adaptive control of operator labor activity incentives. A system of metrics (time, accuracy, and intensity) forming a non-stationary time series of performance is proposed. A performance drop detection algorithm based on the «sliding window» method and exponential smoothing is described, providing dynamic adjustment of trigger thresholds. A logical matrix for choosing control actions is presented, which allows personalizing stimulation and minimizing the effect of sensory adaptation.

Keywords: human-machine system, operator, adaptive control, time series, labor productivity, anomaly detection algorithm, ergonomics

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДБОРА ТЬЮТОРОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Караваев М.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ильясова М.С. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для автоматизации подбора тьюторов и управления учебным процессом на языке программирования *Java* с использованием фреймворка *Spring Boot*. Программа обеспечивает взаимодействие между управляющим платформой, преподавателями и клиентами, включая систему бронирования и аналитическую панель мониторинга деятельности.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизация, *Java*, *Spring Boot*, *MVC*, аналитика данных, эргономика интерфейса.

Введение. В условиях активной трансформации сферы дополнительного образования и роста востребованности услуг по подготовке к экзаменам, поиск квалифицированного тьютора становится сложной задачей, требующей систематизации больших объемов данных. Существующие решения часто страдают от отсутствия гибкости в управлении расписанием или перегруженности интерфейса, что затрудняет взаимодействие между участниками процесса.

Разработанное веб-приложение решает данную проблему, предоставляя единую платформу с автоматизированным управлением временными слотами и прозрачной системой рейтинга. Внедрение информационных технологий в сферу репетиторства позволяет не только упростить запись на занятия, но и снизить влияние человеческого фактора при обработке заявок.

Функционал приложения, включающий администрирование базы преподавателей, фильтрацию услуг и анализ продуктивности тьюторов, направлен на повышение качества сервиса. Программное средство обеспечивает интуитивно понятный доступ к учебным профилям и автоматизирует сбор статистики, что позволяет управляющему платформой принимать обоснованные решения по дальнейшему её развитию.

Основная часть. В основу программного средства заложена многоуровневая архитектура, реализующая паттерн *MVC (Model-View-Controller)*. Серверная часть реализована на языке *Java* [1]. Для клиентской части использовались языки *HTML*, *CSS*, *JavaScript*. В качестве среды разработки использовались *IntelliJ IDEA* и *VS Code*.

Для управления данными выбрана реляционная СУБД *PostgreSQL* [2]. Спроектированная база данных включает в себя систему взаимосвязанных таблиц для хранения ключевой информации:

- учетных данных и профилей пользователей;
- каталога услуг;
- отзывов.

Система предоставляет широкий спектр функций, которые строго разделены для трех категорий пользователей:

1 Управление платформой (роль управляющего). Пользователь имеет полный доступ к системе, осуществляет выдачу прав новым тьюторам и контролирует их деятельность. Для управляющего реализован блок бизнес-аналитики: формируются динамические графики (например, топ-5 самых продуктивных преподавателей) и круговые диаграммы по категориям услуг, что позволяет анализировать востребованность образовательных направлений.

2 Деятельность тьютора. Преподаватели управляют своим профилем: указывают специализацию, стаж, добавляют описание «о себе». Также тьюторы осуществляют

управление расписанием, самостоятельно выставляя временные слоты (дату и время), доступные для бронирования, и подтверждают либо отклоняют поступающие заявки.

3 Роль клиента. Доступен поиск и фильтрация образовательных услуг по предмету, стоимости, формату (онлайн/оффлайн) и популярности (на основе количества просмотров). Клиент выбирает подходящую услугу и доступный слот для онлайн-записи. После проведения занятия реализована система обратной связи: клиент может написать отзыв и выставить тьютору оценку.

На главной странице (рисунок 1) реализована интуитивно понятная навигационная панель, обеспечивающая быстрый доступ к ключевым разделам системы: базе преподавателей, списку услуг, разделу авторизации пользователя. При проектировании структуры интерфейса учитывались фундаментальные законы инженерной психологии и когнитивной эргономики.

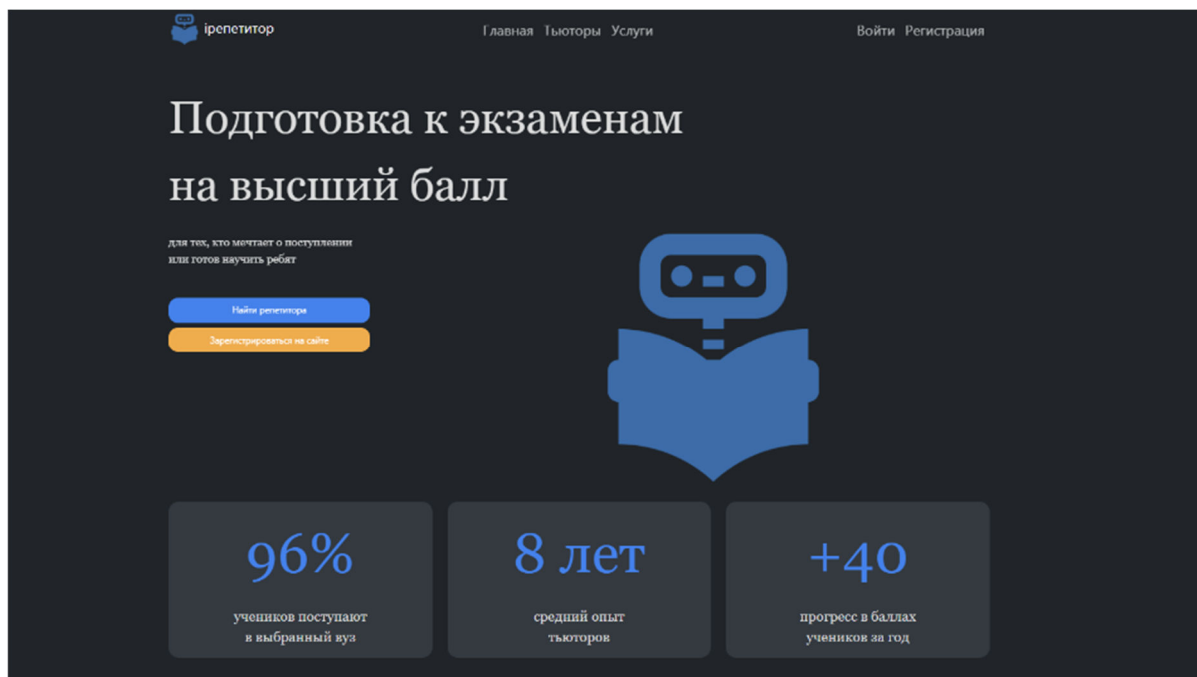


Рисунок 1 – Главная страница веб-приложения

В центральной части расположен приветственный блок с кнопками быстрого перехода («Найти репетитора», «Зарегистрироваться на сайте»). Данное бинарное разделение целевых действий минимизирует время принятия решения пользователем, что напрямую согласуется с законом Хика [3].

Цветовая палитра и визуальная иерархия разработаны с учетом снижения когнитивной нагрузки. Использование темной темы (*Dark Mode*) способствует уменьшению зрительной утомляемости при длительном поиске информации. Доминирующий акцентный синий цвет в психологии визуального восприятия ассоциируется с надежностью и академичностью, способствуя концентрации внимания. В свою очередь, применение контрастного оранжевого цвета для кнопки регистрации эксплуатирует эффект фон Ресторффа (эффект изоляции), естественным образом направляя фокус внимания на целевое действие без дополнительного когнитивного напряжения.

Для предотвращения информационной перегрузки применено паттерн-структурирование: ключевые показатели образовательной платформы сгруппированы в три визуально равноценных блока в нижней части экрана. Такой подход к чанкингу (порционированию) информации коррелирует с правилом Миллера, обеспечивая легкое считывание и запоминание метрик кратковременной памятью.

Адаптивность интерфейса обеспечивает корректное отображение системы в среде *Windows*. Логика системы выстроена так, чтобы переход от поиска услуги до подтверждения бронирования занимал минимальное количество шагов, что соответствует современным эвристикам юзабилити Якоба Нильсена [4].

Для проверки корректности обработки пользовательских сценариев, возникающих при регистрации и записи на услуги, проведено модульное тестирование с помощью библиотеки *JUnit* [5]. Рассмотрены тест-кейсы подтверждения заявок тьютором, автоматического обновления рейтинга после отзыва и точности отображения статистических данных в аналитической панели.

Заключение. Разработанное веб-приложение позволяет автоматизировать процессы управления базой тьюторов, записями на занятия и пользовательскими профилями. Внедрение данной системы позволяет значительно сократить временные затраты на подбор специалиста и повысить эффективность контроля деятельности со стороны управляющего. Использование паттерна *MVC* совместно с выбранным технологическим стеком обеспечило надежную архитектуру, устойчивую к росту объема обрабатываемых данных. Для преподавателей реализованный функционал выступает инструментом гибкого планирования графика, исключая вероятность накладок в расписании. Таким образом, созданное решение обеспечивает централизованное хранение информации и предоставляет удобные инструменты для анализа продуктивности образовательной площадки. В перспективе целесообразна дальнейшая модернизация проекта путем интеграции подсистем онлайн-оплаты и модулей для проведения дистанционных занятий.

Список литературы

1. Сравнение Python, JavaScript и Java [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZVzpAPjjHF5g2bQw>. Дата доступа: 01.03.2026
2. Build MVC Applications with Connectivity to PostgreSQL Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cdata.com/kb/tech/postgresql-ado-mvc.rst>. Дата доступа: 01.03.2026.
3. Яблонски Дж. Законы UX-дизайна / Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 160 с.
4. Ergonomics and UX Design Principles [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usabilityheuristics/>. Дата доступа: 01.03.2026.
5. A Guide to Junit 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.baeldung.com/junit-5>. Дата доступа: 01.03.2026.

UDC 004.774:374

WEB APPLICATION FOR TUTOR SELECTION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Karavaev M.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Ilyasova M.S. – assistant of the department of EPE

Annotation. A web application for automating the process of searching and selecting tutors has been developed in the *Java* programming language using the *PostgreSQL* database. The program provides effective interaction between the administrator, teachers and clients, including a time slot booking system and a business analytics block. Special attention is paid to the ergonomics of the interface, ensuring ease of use on devices running the *Windows* operating system.

Keywords: web application, automation, Java, Spring Boot, MVC, data analytics, interface ergonomics.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УСЛОВИЙ ТРУДА, АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Колесник В. П.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л. П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка информационной системы мониторинга условий труда, анализа и прогнозирования несчастных случаев на производстве. Система предназначена для сбора, хранения и обработки данных о параметрах производственной среды и соблюдении требований охраны труда. Программное средство позволяет фиксировать нарушения и опасные факторы, регистрировать производственные инциденты, проводить анализ причин происшествий и формировать прогноз вероятности возникновения несчастных случаев. Информационная система реализована на основе клиент-серверной архитектуры. Серверная часть разрабатывается на языке Java с использованием фреймворка Spring Boot. Клиентская часть представляет собой пользовательский интерфейс для ввода, просмотра и анализа данных.

Ключевые слова: условия труда, промышленная безопасность, прогнозирование рисков, Spring Boot, Java, JavaScript, MySQL.

Введение. Обеспечение безопасных условий труда является одной из ключевых задач промышленных предприятий, поскольку воздействие опасных и вредных производственных факторов может приводить к несчастным случаям, авариям и профессиональным заболеваниям. Усложнение технологических процессов и рост интенсивности производства требуют повышения точности контроля состояния рабочей среды и соблюдения требований охраны труда. Для снижения уровня производственного риска необходимы системный мониторинг рабочих мест, своевременная фиксация отклонений от нормативных показателей и анализ причин возникновения происшествий.

Применение информационных систем позволяет структурировать сведения о воздействии вредных факторов, обеспечивать их накопление и использовать результаты обработки для оценки текущего уровня риска. Это способствует повышению эффективности планирования профилактических мероприятий и рациональному распределению ресурсов, направленных на обеспечение безопасных условий труда.

Рациональным подходом к решению данной задачи является применение специализированных информационных систем мониторинга условий труда. Использование подобных программных средств обеспечивает централизованный сбор, хранение и обработку информации о состоянии производственной среды, автоматизацию учета инцидентов и опасных факторов, а также повышение объективности оценки уровня промышленной безопасности.

Основная часть. Разработанная информационная система мониторинга условий труда построена на основе клиент-серверной архитектуры, при которой клиентская и серверная части функционируют независимо и взаимодействуют посредством сетевых запросов. Такой подход обеспечивает гибкость разработки, возможность масштабирования программного средства и упрощает дальнейшее расширение его функциональных возможностей.

Клиентская часть системы реализована с использованием языка JavaScript, который применяется для создания интерактивных пользовательских интерфейсов, обработки событий и динамического обновления содержимого программных страниц [1]. Использование браузерного доступа позволяет осуществлять ввод, просмотр и анализ данных без установки дополнительного программного обеспечения. Интерфейс обеспечивает регистрацию параметров условий труда, фиксацию инцидентов и работу с аналитической информацией.

Серверная часть информационной системы разработана на языке программирования Java, обеспечивающем платформенную независимость, объектно-ориентированную модель разработки и поддержку многопоточной обработки запросов [2]. Для упрощения разработки серверной логики и организации взаимодействия компонентов используется фреймворк Spring Boot, позволяющий создавать автономные приложения с встроенным сервером и минимальной конфигурацией [4]. Обмен данными между клиентом и сервером осуществляется в формате JSON. Для хранения информации применяется система управления базами данных MySQL, поддерживающая структурированные запросы, транзакционную обработку данных и механизмы обеспечения целостности информации [3], что позволяет надежно сохранять сведения о состоянии рабочих мест, выявленных нарушениях требований охраны труда и зарегистрированных несчастных случаях. На рисунке 1 представлена структурная схема разработанной системы.

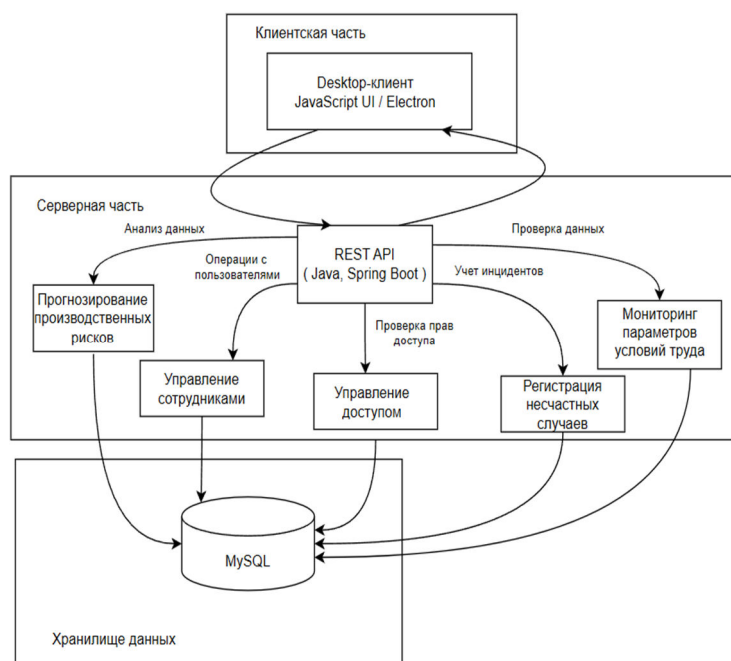


Рисунок 1 – Структурная схема информационной системы мониторинга условий труда, анализа и прогнозирования несчастных случаев на производстве

Функциональная структура разработанной информационной системы включает ряд взаимосвязанных модулей, обеспечивающих комплексное решение задач мониторинга условий труда и анализа производственных рисков. Первый модуль системы предназначен для ведения сведений о сотрудниках и рабочих местах. Пользователь может просматривать перечень работников предприятия, получать подробную информацию о каждом сотруднике, а также добавлять и редактировать соответствующие записи. Для каждого работника предусматривается хранение данных о выявленных опасных факторах производственной среды и зарегистрированных несчастных случаях.

Следующий модуль ориентирован на учет инцидентов и потенциально опасных ситуаций. Система позволяет фиксировать факты возникновения несчастных случаев, регистрировать отклонения параметров условий труда от установленных норм и анализировать динамику происшествий. Централизованное накопление информации обеспечивает возможность выявления причин возникновения аварийных ситуаций и формирования обоснованных выводов о состоянии промышленной безопасности на предприятии.

Отдельное функциональное направление связано с анализом факторов риска и разработкой профилактических мероприятий. В рамках данного модуля пользователь может фиксировать результаты проведенных проверок, планировать мероприятия по улучшению условий труда и контролировать их выполнение. Кроме того, система обеспечивает

формирование отчетных документов и аналитических материалов, необходимых для оценки уровня производственного риска.

Важным элементом программного средства является информационная панель, отображающая ключевые показатели состояния условий труда и статистику происшествий. На дашборде могут представляться сведения о распределении инцидентов по подразделениям, динамике изменения уровня риска и других характеристиках, позволяющих оценить эффективность мероприятий по обеспечению промышленной безопасности. Визуализация данных упрощает их восприятие и способствует более оперативному принятию управленческих решений.

Закключение. Разработанная информационная система мониторинга условий труда, анализа и прогнозирования несчастных случаев на производстве обеспечивает автоматизированный сбор, хранение и обработку данных о параметрах производственной среды, инцидентах и опасных факторах. Применение разработанного программного средства позволяет повысить эффективность контроля состояния условий труда, улучшить качество анализа причин производственного травматизма и обеспечить информационную поддержку принятия управленческих решений в области промышленной безопасности. Использование клиент-серверной архитектуры и современных технологий разработки обеспечивает надежность функционирования системы, возможность ее масштабирования и дальнейшего развития.

Список литературы

1. JavaScript Guide [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide>. Дата доступа: 06.03.2026.
2. Java Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.oracle.com/en/java/>. Дата доступа: 05.03.2026.
3. MySQL Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dev.mysql.com/doc/>. Дата доступа: 06.03.2026.
4. Spring Boot Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.spring.io/spring-boot/index.html>. Дата доступа: 05.03.2026.

INFORMATION SYSTEM FOR WORKING CONDITIONS MONITORING, ANALYSIS AND PREDICTION OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS

Kolesnik V.P.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L. P. – Dr. of Sci., Professor of the Department of EPE

Annotation. This paper presents the design and development of an information system intended for monitoring working conditions, analyzing occupational safety data, and predicting workplace accidents in industrial environments. The system is designed to collect, store, and process data related to production environment parameters and compliance with occupational health and safety regulations. The proposed software solution enables the identification and recording of hazardous factors and safety violations, registration of industrial incidents, analysis of accident causes, and forecasting of the probability of future incidents. The information system is implemented using a client-server architecture. The server-side component is developed in Java using the Spring Boot framework, providing scalable business logic processing and efficient interaction with the data storage layer. The client side is implemented as a user interface for data entry, visualization, and analytical processing, supporting effective monitoring of workplace safety conditions and informed managerial decision-making.

Keywords: working conditions monitoring, industrial safety, risk prediction, Spring Boot, Java, JavaScript, MySQL.

СИСТЕМА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ

Костюкевич М.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Егоров В.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработана система для оперативного оповещения и координации персонала при проведении работ на производственном объекте с использованием технологии геозон. Мобильное приложение на платформе *Android* фиксирует пересечение границ заданных областей и передаёт данные на сервер для рассылки уведомлений десктопным клиентам диспетчерской службы. Решение обеспечивает работу в офлайн-режиме с последующей синхронизацией данных.

Ключевые слова: система оповещения, геозоны, мобильное приложение, *SignalR*, уведомления в реальном времени, *Android*, *ASP.NET Core*, *PostgreSQL*.

Введение. В современных условиях обеспечения промышленной безопасности на производственных объектах возникает необходимость оперативного отслеживания перемещения персонала с фиксацией пересечения границ контролируемых зон [1]. Существующие системы видеонаблюдения и контроля доступа не позволяют автоматически детектировать события входа и выхода сотрудников из заданных областей и своевременно уведомлять ответственных лиц о произошедших изменениях. Разработка системы на основе технологии геозон позволяет автоматизировать процесс регистрации событий и снизить время реакции на потенциальные нарушения режима доступа, что соответствует требованиям к информационным системам обеспечения промышленной безопасности.

Основная часть. Целью данного исследования является разработка архитектуры системы для оперативного оповещения и координации персонала при проведении работ на производственном объекте с оповещением диспетчера в реальном времени для повышения эффективности контроля перемещения сотрудников на территории объекта.

Для достижения цели использованы следующие технологии: мобильная платформа *Android* с *Geofencing API* для детектирования пересечения границ зон [2], язык программирования *Kotlin* для разработки клиентской части [3], серверная часть на *ASP.NET Core* для обработки запросов и бизнес-логики [4], язык программирования *C#* для реализации серверной логики [5], база данных *PostgreSQL* для хранения событий и справочной информации, локальное хранилище *Room* для кэширования данных на мобильном устройстве, технология *SignalR* для передачи уведомлений подключённым клиентам без задержек [6].

Исследование проводилось в несколько этапов: анализ предметной области и существующих решений в сфере контроля персонала на производственных объектах, проектирование архитектуры взаимодействия компонентов системы, разработка алгоритма обработки событий с учётом офлайн-режима работы мобильного приложения, тестирование сценариев работы системы при различных условиях сетевого подключения на территории производственного объекта.

В результате получена работающая архитектура системы, которая фиксирует пересечение геозон мобильным приложением и передаёт данные на сервер для дальнейшей рассылки подключённым десктопным клиентам диспетчерской службы.

Как показано на рисунке 1, архитектура системы включает три основных компонента: мобильное приложение, сервер и десктоп диспетчера. Мобильное устройство через *Geofencing API* детектирует вход или выход сотрудника из заданной области. При наличии сетевого подключения данные отправляются через *HTTP Client* на *REST API* сервера. При отсутствии сети событие сохраняется локально в *Room DB* и передаётся после восстановления соединения.

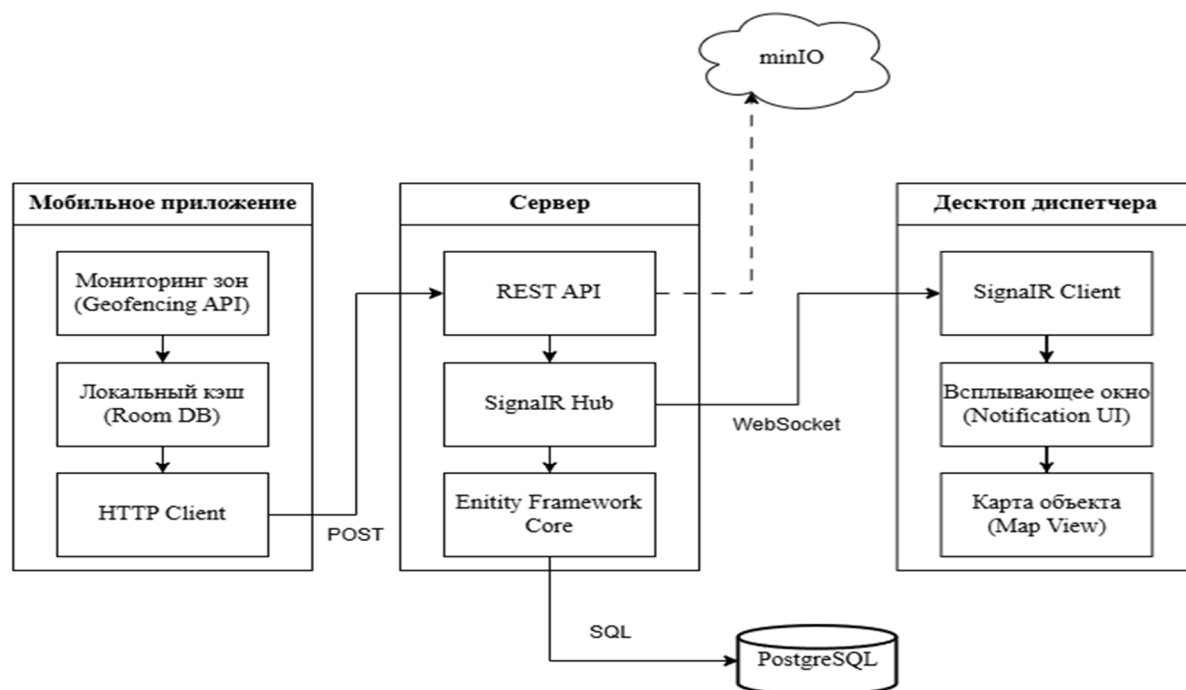


Рисунок 1 – Архитектура взаимодействия мобильного приложения и десктопного клиента

На рисунке 2 представлен алгоритм обработки событий. Клиентское приложение формирует событие и проверяет подключение к сети. При положительном результате данные отправляются на сервер, где проходят валидацию и сохраняются в базу данных. Далее через SignalR Hub уведомление рассылается всем подключённым десктопным клиентам.

Из представленного алгоритма видно, что система предусматривает работу в офлайн-режиме с последующей синхронизацией данных. Это обеспечивает надёжность фиксации событий даже при нестабильном сетевом подключении на территории производственного объекта.

Обработав результаты тестирования различных сценариев работы системы, можно отметить, что архитектура обеспечивает доставку уведомлений в течение 1-2 секунд после регистрации события на мобильном устройстве.

Интерпретация полученных результатов осуществлялась на основе анализа времени доставки сообщений, процента успешных отправок при различных условиях сети и корректности отображения данных на стороне десктопного клиента диспетчера.

По всем представленным данным можно сделать вывод, что разработанная архитектура позволяет обеспечить мониторинг перемещения сотрудников с минимальной задержкой доставки уведомлений и высокой надёжностью фиксации событий.

Итак, обобщая данные по тестированию системы, можно отметить, что решение соответствует требованиям к системам мониторинга персонала на промышленных объектах в рамках направления специальности «Информационные системы и технологии (в обеспечении промышленной безопасности)».

На диаграмме архитектуры таким образом можно наблюдать чёткое разделение ответственности между клиентскими приложениями и серверной частью, что обеспечивает масштабируемость решения при увеличении количества пользователей.

Из представленного материала можно сделать общий вывод о том, что использование технологии SignalR для передачи уведомлений в реальном времени является эффективным решением для задач оперативного оповещения диспетчерского персонала на производственных объектах.

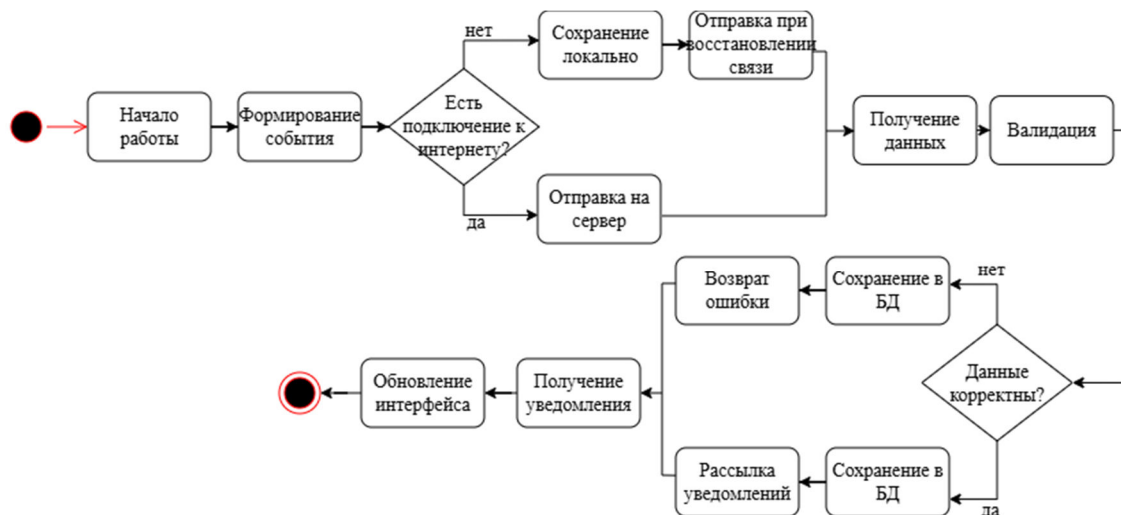


Рисунок 2 – Алгоритм регистрации и авторизации пользователя

Заключение. Разработана архитектура системы для оперативного оповещения и координации персонала при проведении работ на производственном объекте с оповещением в реальном времени. Система позволяет автоматически фиксировать пересечение границ зон и оперативно уведомлять диспетчера через десктопное приложение. Использование технологии SignalR обеспечивает доставку уведомлений без задержек. Для дальнейшей реализации планируется разработка полнофункционального прототипа и проведение нагрузочного тестирования для определения максимального количества подключённых клиентов.

Список литературы

1. Информационные системы и технологии в обеспечении промышленной безопасности / под ред. Т.В. Казак – Минск: БГУИР, 2020. – 256 с. 03.03.2026.
2. Документация Android Geofencing API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.android.com/training/location/geofencing>. – Дата доступа: 03.03.2026.
3. Васильев А. Программирование на Kotlin для Android. – СПб.: Питер, 2021. – 384 с.
4. Троелсен Э., Джэпикс Ф. Язык программирования C# 10 и платформа .NET 6. – М.: Вильямс, 2022. – 1312 с.
5. Документация Microsoft ASP.NET Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core>. – Дата доступа: 01.03.2026.
6. Документация Microsoft SignalR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/signalr>. – Дата доступа: 01.03.2026.

UDC 004.42:004.774

SYSTEM FOR OPERATIONAL NOTIFICATION OF PERSONELL DURING WORK AT AN INDUSTRIAL FACILITY

Kostiukevich M. N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Egorov V.V. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. A system for operational notification and coordination of personnel during work at an industrial facility using geofencing technology has been developed. A mobile application for the Android platform records crossing of boundaries of specified areas and transmits data to the server for distribution to desktop clients of the dispatcher service. The solution ensures offline mode operation with subsequent data synchronization.

Keywords: notification system, geofences, mobile application, SignalR, real-time notifications, Android, ASP.NET Core, PostgreSQL.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Ковалева К.В., Сикаченко Л.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Карпович Е.Б. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Исследовано влияние способов совмещения аудио- и видеоряда на восприятие и запоминание учебных материалов. Опираясь на теорию мультимедийного обучения, экспериментально проверена гипотеза об улучшении запоминания материала при сопровождении аудио материала синхронным текстом с помощью ключевых терминов. Экспериментально установлено, что представляемый таким образом контент обеспечивает достаточный уровень усвоения информации, независимо от внешних условий просмотра, которые влияют лишь на субъективный комфорт учащихся.

Ключевые слова: когнитивная нагрузка, принцип модальности, принцип избыточности, принцип временной близости, дублирование, дополнение, несовместимость.

Введение. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных способов совмещения аудио- и видеоряда в обучающих материалах. Понимание механизмов мультимодальной интеграции позволяет проектировать более результативные образовательные ресурсы, учебные видео и презентации. Объектом данного исследования является процесс восприятия мультимедийной информации учащимися на базе выборки обучающихся в БГУИР на различных факультетах. Предмет исследования – точность усвоения информации в зависимости от способа совмещения аудиального и визуального рядов и оценка когнитивной нагрузки в этих условиях.

Основная часть. Опираясь на когнитивную теорию мультимедийного обучения Ричарда Майера, можно выделить три ключевых принципа, подходящих для анализа любого контента:

1 Принцип модальности: информация лучше усваивается, когда визуальный ряд, графика, схемы сопровождается аудио-объяснением, а не просто текстом на экране.

2 Принцип избыточности: одновременное предъявление одного и того же текста визуально и на слух может перегружать когнитивные каналы.

3 Принцип временной близости: синхронизация изображения и звука критически важна для построения целостной ментальной модели [1].

Восприятие обучающих материалов рассматривается как процесс, состоящий из нескольких этапов. В начале происходит формирование базовых кодов, которое характеризуется преобладанием одного типа восприятия. На этом этапе закладывается основа для последующей передачи сигналов, а затем мультимодальная интеграция или наложение кодов. Происходит совмещение новой информации с уже существующими образами. В зависимости от синхронизации информации и образов, это может привести либо к дополнению знаний, либо к когнитивному конфликту. Следующий этап – фиксирование ключевых моментов. И последний этап, который влияет на восприятие, это адаптация к внешним условиям. К внешним условиям восприятия, напрямую влияющим на уровень когнитивной нагрузки, можно отнести место (дом, учебная аудитория и т. д.) [2].

Исходя из рассмотренных теоретических положений, наиболее эффективным способом усвоения информации является дублирование ключевых понятий через разные каналы восприятия, что служит когнитивным якорем для памяти.

Таким образом, сформулированы гипотезы исследования: в коротких (до 5 минут) обучающих роликах для взрослой аудитории дополнение ключевых терминов на экране в виде текстовых вставок одновременно с их аудиовоспроизведением приводит к лучшему усвоению, чем их представление только в аудиоформате, несмотря на принцип избыточности; когнитивная нагрузка в незначительной степени влияет на результаты усвоения информации.

Определены зависимая и независимые переменные. Независимая переменная – способ

совмещения аудио и видео: дублирование, дополнение, несовместимость. К дублированию относится полное подкрепление аудио текстом на экране. Дополнение – видеоряд частично повторяет аудио, демонстрирует только ключевые фразы. Несовместимость – видео и аудио в рамках одной темы не пересекаются по ключевым фразам и объяснениям. Также к независимым переменным можно отнести уровень оценки собственной когнитивной нагрузки, который, в свою очередь, зависит от условий просмотра. Данный показатель оценивался по балльной шкале самооценки когнитивной нагрузки для последующего изучения влияния на усвоение информации. Зависимой переменной является точность усвоения информации, которая оценивалась по критерию «точность воспроизведения изученного материала», а именно процентом правильных ответов во втором блоке опросника.

С целью регистрации данных эксперимента составлен опросник из пяти блоков. Первые два блока – это тесты на анализ уровня знаний по теме видео до просмотра и после, включающие открытые вопросы и закрытые вопросы, шкалы Лайкерта и номинальную шкалу [3]. Третий блок – это самооценка когнитивной нагрузки, который в основном включает ранговый метод шкалирования. Четвертый блок фиксирует демографические характеристики и контекст просмотра. В пятом блоке использован существующий опросник, основанный на методике VARK, разработанной Нилом Флемингом, для определения преобладающего канала восприятия [4].

Определение разницы между начальным уровнем знаний и уровнем знаний после просмотра для каждой группы опрашиваемых позволяет оценить взаимосвязь между способом совмещения аудио- и видеоряда и усвоением информации. По результатам опроса процент усвоения материала при несовместимости видео и аудио составил 17,29%, тогда как в группе с полным дублированием усвоение достигло 27,61%. А наиболее высокий результат был зафиксирован при использовании принципа дополнения: разница уровня знания составила 31,55% (рисунок 1).

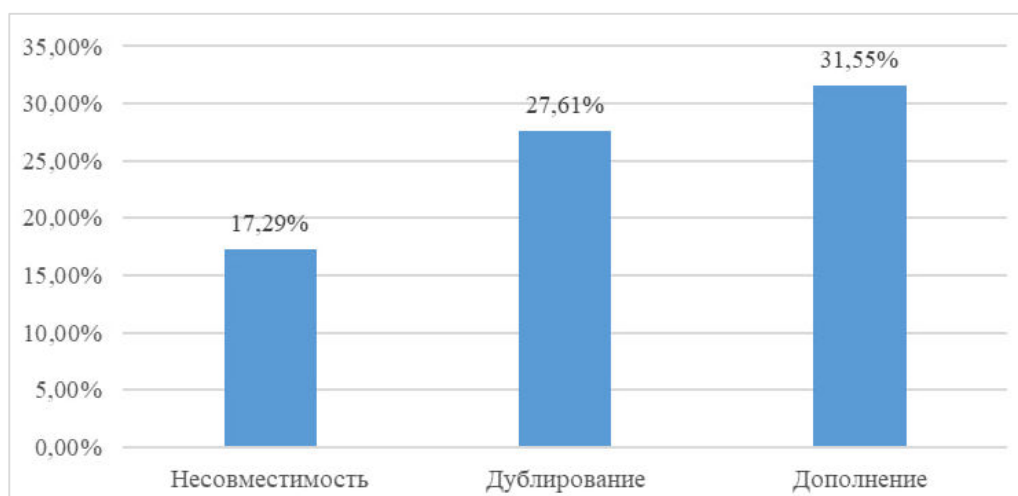


Рисунок 1 – Уровень усвоения информации в зависимости от способа совмещения аудио- и видеоряда

Результаты исследования влияния внешних условий на субъективную когнитивную нагрузку и итоговое усвоение материала показали: наименьшая нагрузка зафиксирована при просмотре в домашних условиях, а также в общежитии, наибольшая нагрузка отмечена при просмотре в аудитории. Таким образом, использование устройства в комфортной обстановке снижает субъективную нагрузку на 37–62% по сравнению с просмотром в учебной аудитории.

Важно отметить определяющее значение способа презентации учебного материала: приращение знаний оставалось стабильным для всех условий просмотра, даже в тех случаях, когда студенты испытывали высокую нагрузку. Средний показатель когнитивной нагрузки в выборке составил 5,1 балла из 9, что соответствует умеренному уровню.

Для подтверждения предположения, что уровень когнитивной нагрузки незначительно влияет на уровень усвоения информации, для выявления характера связи между нагрузкой и приращением знаний был проведен регрессионный анализ. Было получено уравнение

регрессии: $y = -0,0272x + 5,9071$. Оно демонстрирует слабую отрицательную тенденцию: увеличение нагрузки на 1 балл сопровождается снижением прироста знаний всего на 0,027 процентного пункта. Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,0173$ (1,73%) и показывает, что лишь 1,7% вариации прироста знаний объясняется изменением уровня когнитивной нагрузки, тогда как остальные 98,3% обусловлены иными факторами. Данный результат свидетельствует о том, что учащиеся легко адаптируются к условиям усвоения информации и точность усвоения обеспечивается прежде всего синхронизацией аудиовизуальных компонентов и верным структурированием материала.

Закключение. В результате исследования подтверждены выдвинутые гипотезы: использование принципа дополнения обеспечивает наиболее эффективное усвоение обучающих материалов; когнитивная нагрузка в незначительной степени влияет на результаты усвоения информации.

Ключевые термины, появляющиеся на экране синхронно с их аудиопроизношением, способствуют лучшему закреплению в памяти без эффекта избыточности. Научно обоснованный способ презентации учебного материала обеспечивает стабильное усвоение материала (приращение знаний на 33–34%) независимо от уровня когнитивной нагрузки. Условия просмотра влияют преимущественно на субъективный комфорт, но не на конечный результат обучения. Тем не менее, создание комфортной образовательной среды позволяет минимизировать когнитивную нагрузку и сделать процесс обучения более приятным. При этом именно качество контента остается ключевым фактором успешного усвоения информации.

Список литературы

1. Майер, Р. Когнитивная теория мультимедийного обучения / Р. Майер. – М. : Эксмо, 2019.
2. Теория когнитивной нагрузки: почему в обучении «больше» не значит «лучше» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/education/teoriya-kognitivnoy-nagruzki-pochemu-v-obuchении-bolshe-ne-znachit-luchshe/> – Дата доступа: 06.03.2026.
3. Скворцова, Е. В. Измерение и шкалирование в маркетинговых исследованиях / Е. В. Скворцова. – Минск : БГУ, 2020.
4. Опросник VARK (Опросник по стратегиям обучения) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vark-learn.com/wp-content/uploads/2014/08/The-VARK-Questionnaire-Russian.pdf> – Дата доступа: 04.03.2026.

UDC 37.016-047.37

STUDY OF CONDITIONS FOR THE EFFECTIVE MASTERY OF LEARNING MATERIALS

Kovaleva K.V., Sikachenko L.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich E.B., Senior Lecturer, Department of EPE

Annotation. The article presents a study on how different methods of combining audio and video affect learning efficiency. Based on the theory of multimedia learning, an experiment was conducted to test the hypothesis that supplementing audio with synchronized text highlighting key terms enhances material retention. The experimental results showed that well-designed content ensures a consistent increase in knowledge regardless of external viewing conditions, which influence only the learners' subjective comfort.

Keywords: cognitive load, modality principle, redundancy principle, temporal contiguity principle, duplication, complementarity, incompatibility.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Куканьков Е.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Телеш И.А. – к.г.н, доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано веб-приложение для автоматизации процессов управления безопасностью трудовой деятельности на промышленных предприятиях. Веб-приложение реализовано с использованием клиент-серверной архитектуры. Серверная часть разработана на языке Python с применением фреймворка FastAPI, клиентская часть реализована на JavaScript, а для хранения данных используется система управления базами данных PostgreSQL.

Ключевые слова: веб-приложение, промышленная безопасность, управление персоналом, FastAPI, Python, PostgreSQL, JavaScript.

Введение. Обеспечение безопасности труда является ключевой задачей для предотвращения производственного травматизма, профессиональных заболеваний и включает контроль соблюдения требований и правил техники безопасности, обучение персонала, снижение рисков и внедрение превентивных мер на промышленных предприятиях.

На рабочих местах мониторинг безопасности на предприятии осуществляется посредством использования разрозненных документов или локальных программных решений, что в свою очередь усложняет контроль выполнения корректирующих мероприятий о состоянии безопасности на предприятии.

В связи с этим одним из актуальных решений является разработка информационной системы для автоматизации учета сотрудников, регистрации нарушений техники безопасности и анализа статистических данных, связанных с производственным травматизмом на предприятии.

Основная часть. Разработанное веб-приложение построено на основе клиент-серверной архитектуры, при которой клиентская и серверная части функционируют независимо друг от друга и взаимодействуют посредством сетевых запросов. Такой подход позволяет обеспечить гибкость разработки, масштабируемость системы и удобство дальнейшей модификации функционала. Кроме того, разделение клиентской и серверной логики способствует повышению безопасности системы и облегчает процесс сопровождения программного обеспечения в процессе эксплуатации.

Дополнительным преимуществом данной архитектуры является возможность независимого обновления компонентов системы. Это означает, что изменения в серверной части могут быть реализованы без необходимости модификации клиентского приложения, что существенно упрощает сопровождение и развитие программного продукта.

Клиент-серверная архитектура является одной из наиболее распространенных моделей построения современных веб-приложений. В рамках данной архитектуры клиентская часть отвечает за отображение интерфейса пользователя и обработку пользовательских действий, тогда как серверная часть выполняет обработку запросов, реализацию бизнес-логики и взаимодействие с базой данных. Такое разделение функций позволяет повысить надежность работы системы и облегчает процесс масштабирования при увеличении количества пользователей.

Клиентская часть веб-приложения реализована с использованием языка *JavaScript* и предназначена для взаимодействия пользователя с системой через веб-интерфейс. Пользователь может работать с веб-приложением через стандартный веб-браузер без необходимости установки дополнительного программного обеспечения. Интерфейс

предоставляет средства для просмотра информации, добавления новых записей и редактирования существующих данных. Язык *JavaScript* широко применяется при разработке веб-интерфейсов и обеспечивает интерактивность и динамическое обновление содержимого страниц [1].

Серверная часть веб-приложения разработана на языке программирования *Python* с использованием веб-фреймворка *FastAPI*, предназначенного для создания высокопроизводительных *API*-сервисов [2]. Данный фреймворк позволяет эффективно обрабатывать *HTTP*-запросы и упрощает разработку серверной логики веб-приложения.

Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется с использованием формата *JSON*, который широко применяется при разработке веб-сервисов благодаря своей простоте и удобству обработки.

В качестве системы управления базами данных используется *PostgreSQL*, которая обеспечивает надежное хранение информации и поддержку сложных операций обработки данных [3]. В базе данных хранится информация о сотрудниках предприятия, зарегистрированных нарушениях, производственных инцидентах и принятых корректирующих мерах. Структура базы данных спроектирована таким образом, чтобы обеспечить целостность и согласованность хранимой информации. Использование реляционной модели данных позволяет эффективно выполнять выборки, формировать отчеты и анализировать статистические показатели, связанные с состоянием охраны труда.

На рисунке 1 представлена структурная схема веб-приложения по управлению безопасностью трудовой деятельности на предприятии.

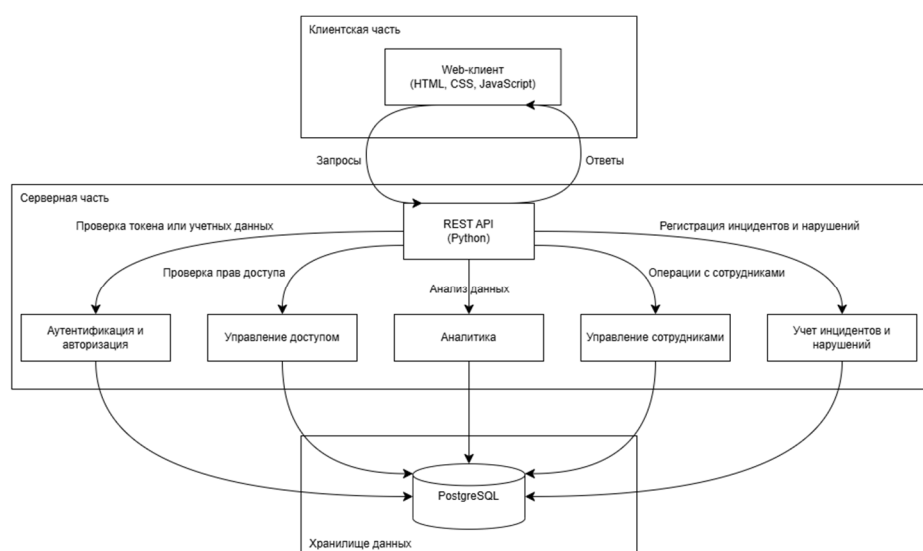


Рисунок 1 – Структурная схема веб-приложения по управлению безопасностью трудовой деятельности на предприятии

Функциональные возможности разработанного веб-приложения включают несколько основных модулей. Первый модуль разработанного веб-приложения предназначен для работы с информацией о сотрудниках. Система позволяет просматривать список работников предприятия, получать подробную информацию о каждом сотруднике, а также редактировать или добавлять новые записи. Для каждого сотрудника может храниться информация о зафиксированных нарушениях техники безопасности.

Второй модуль разработанного веб-приложения связан с учетом нарушений и производственным травматизмом. Пользователь системы может регистрировать новые случаи нарушения правил безопасности, редактировать существующие записи и просматривать историю событий. Наличие централизованной базы данных позволяет формировать полную картину происходящих на предприятии событий и анализировать причины возникновения травматизма. Это дает возможность выявлять наиболее распространенные типы нарушений и определять подразделения предприятия, где уровень риска наиболее высок. На основе

полученных данных руководство предприятия может разрабатывать дополнительные профилактические мероприятия, направленные на повышение уровня безопасности труда.

Отдельный раздел разработанного веб-приложения посвящен корректирующим мерам, которые применяются в ответ на выявленные нарушения техники безопасности. В рамках данного функционала можно фиксировать меры дисциплинарного или организационного характера, направленные на предотвращение повторения подобных ситуаций. Кроме того, система позволяет автоматически формировать документы, например приказ о выдаче нарушения, который может быть подготовлен для последующей печати.

Еще одной важной частью веб-приложения является информационная панель, на которой отображаются основные статистические показатели. На дашборде могут отображаться данные о количестве нарушений, распределении инцидентов по категориям и другие показатели, позволяющие оценить текущее состояние безопасности труда на предприятии. Визуализация информации облегчает анализ данных и помогает быстрому принятию управленческих решений. Использование графиков, диаграмм и сводных показателей позволяет пользователям системы быстро оценивать текущую ситуацию и отслеживать динамику изменений показателей безопасности труда.

Использование языка *Python* для серверной части обеспечивает гибкость разработки и широкие возможности интеграции с другими программными компонентами [4].

Заключение. Разработано веб-приложение для управления безопасностью трудовой деятельности на промышленных предприятиях. Система позволяет вести учет сотрудников, фиксировать нарушения техники безопасности, регистрировать случаи производственного травматизма и контролировать выполнение корректирующих мероприятий.

Серверная часть веб-приложения реализована на языке программирования *Python* с использованием веб-фреймворка *FastAPI*, который обеспечивает высокую производительность и удобство разработки *API*-сервисов. Клиентская часть разработана на языке *JavaScript* и обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователя с системой через веб-интерфейс. Для хранения и обработки данных используется система управления базами данных *PostgreSQL*, обеспечивающая надежность хранения информации и поддержку сложных запросов.

Список литературы

1. *JavaScript Guide* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide>. Дата доступа: 06.03.2026.
2. *FastAPI Documentation* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com/>. Дата доступа: 05.03.2026.
3. *PostgreSQL Documentation* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>. Дата доступа: 06.03.2026.
4. *Python Documentation* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.python.org/>. Дата доступа: 05.03.2026.

WEB APPLICATION FOR OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Kukankov E.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Cand. of Sci., Associate Professor of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. A web application was developed to automate occupational safety management processes at industrial enterprises. The web application utilizes a client-server architecture. The server-side component is developed in Python using the FastAPI framework, the client-side component is implemented in JavaScript, and the PostgreSQL database management system is used for data storage.

Keywords: web application, industrial safety, personnel management, FastAPI, Python, PostgreSQL, JavaScript.

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ОТКАЗА ОТ ВРЕДНЫХ ПРИВЫЧЕК

Маслова Ю.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема эргономического обеспечения веб-приложений, предназначенных для диагностики и отслеживания эмоционального состояния пользователей во время отказа от вредных привычек, а именно влияние цветового оформления интерфейса на психоэмоциональное состояние пользователей, находящихся в уязвимом периоде. На основе современных научных исследований обосновываются принципы проектирования цветовой среды веб-приложения, способствующей снижению тревожности, минимизации когнитивной нагрузки и поддержке позитивного эмоционального фона.

Ключевые слова: инженерная психология, веб-приложение, психология цвета, эмоциональное состояние, интерфейс, поведение.

Введение. Процесс отказа от вредных привычек зачастую сопровождается значительным психоэмоциональным напряжением, повышенной тревожностью и сниженной стрессоустойчивостью. В этот период пользователи особенно чувствительны к внешним раздражителям, включая цифровую среду. Согласно исследованиям, более половины негативных реакций при работе с программными продуктами связано с нарушением принципов цветового проектирования [1, 3]. Таким образом, возникает противоречие между потенциалом веб-приложений и недостаточной проработанностью инженерно-психологических требований к их цветовому оформлению.

Основная часть. Инженерная психология изучает закономерности взаимодействия человека с техническими средствами и направлена на оптимизацию условий его деятельности. В рамках проектирования веб-приложений для пользователей, переживающих период отказа от вредных привычек, данный подход приобретает особую значимость, поскольку предполагает учет процессов восприятия, внимания, памяти и мышления пользователя, находящегося в состоянии повышенной эмоциональной уязвимости.

Экспериментальное исследование М.Е. Хабарова было направлено на изучение влияния цветового оформления веб-сайта на эмоциональное состояние пользователей. В ходе эксперимента респондентам предлагалось оценить макеты с различными цветовыми решениями фона. Результаты позволили не только выявить привлекательность разных цветовых схем, но и установить конкретные взаимосвязи между цветом и возникающими эмоциями. Исследование показало, что цвет фона веб-страницы способен существенно влиять на общий эмоциональный фон пользователя, что особенно значимо для людей в уязвимом состоянии [1].

Значительный вклад в понимание сенсорно-ориентированного дизайна вносит работа З. Хуанга, посвященная веб-доступности с акцентом на использование психологии цвета для людей с нарушениями зрения и нейроотличными состояниями, включая расстройства аутистического спектра (РАС) и синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Важно отметить, что, хотя фокус данного исследования не был напрямую направлен на проблему цифровых зависимостей или преодоление аддикций, его выводы обладают высокой релевантностью для проектирования интерфейсов поддержки. Автор убедительно демонстрирует, что нейроотличные пользователи, а также люди, находящиеся в состоянии острого или хронического стресса, демонстрируют схожие паттерны сенсорной чувствительности и уязвимости. В ходе масштабного эксперимента с участием более ста человек было доказано, что применение правильно подобранных цветовых решений приводит

к статистически значимому снижению когнитивного напряжения и заметному повышению эффективности навигации в цифровой среде [2]. Это открытие напрямую указывает на то, что цвет может выступать не просто декоративным, а терапевтическим и стабилизирующим фактором интерфейса.

Более объективные данные были получены в исследовании Р. Ханта с соавторами, применившими метод пупиллометрии (измерение диаметра зрачка, пример на рисунке 1) для оценки эмоциональной реакции пользователей на цветовое оформление веб-страниц. Использование психофизиологических методов позволило получить данные, не искаженные субъективными самоотчетами. Результаты показали, что синий и зеленый цвета вызывают положительные эмоции и более высокий уровень возбуждения, тогда как красный и желтый ассоциировались с негативными эмоциональными реакциями. Кроме того, исследователи выявили, что более светлые оттенки воспринимаются позитивнее, чем темные, что указывает на значимость не только цветового тона, но и его яркости [3].

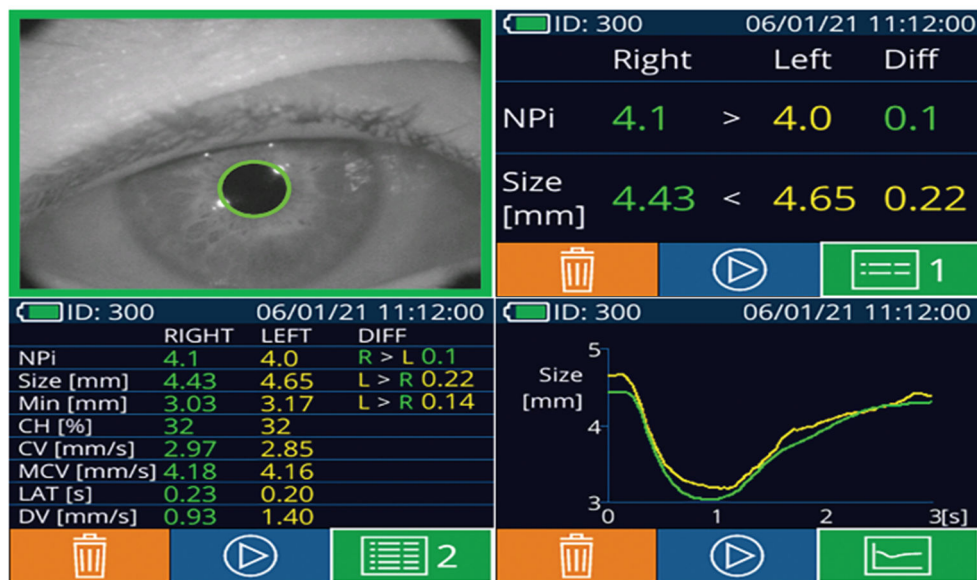


Рисунок 1 – Процесс пупиллометрии

Дальнейшее развитие темы цветового воздействия раскрывается в систематическом обзоре Г. Меликсетян, посвященном психологическому значению цвета в дизайне. Ключевым тезисом ее работы является утверждение, что цветовые значения не могут рассматриваться как универсальные константы; они всегда существуют и интерпретируются в конкретном контексте восприятия. Опираясь на авторитетную теорию «цвет-в-контексте», исследовательница доказывает, что один и тот же цвет способен вызывать диаметрально противоположные эмоциональные реакции в зависимости от ситуационных факторов, культурных норм и уникальных индивидуальных особенностей пользователя. Для нашего исследования особую ценность представляют выделенные автором факторы-модераторы, которые необходимо учитывать при проектировании: это культурный контекст (символика цвета в разных культурах), индивидуальные различия (возраст, пол, личностные характеристики и текущее психоэмоциональное состояние), а также сугубо физические параметры самого цвета, а именно его насыщенность, яркость и гармоничность сочетаемости с другими цветами в палитре [4]. Игнорирование этих модераторов может свести на нет любые позитивные намерения дизайнера. На основе анализа представленных исследований можно сформулировать инженерно-психологические требования к цветовому оформлению веб-приложения для отслеживания эмоционального состояния пользователей во время отказа от вредных привычек. Приоритет следует отдавать холодной цветовой гамме, поскольку синий и зеленый цвета оказывают позитивное воздействие, способствуют снижению тревожности и создают ощущение стабильности, тогда как красный цвет, ассоциирующийся с негативными эмоциями, необходимо использовать ограниченно и в приглушенных оттенках. Высокая

контрастность между текстом и фоном выступает обязательным условием для снижения когнитивной нагрузки, поэтому рекомендуется применять темный текст на светлом пастельном фоне. Учет света и насыщенности также играет важную роль: пастельные ненасыщенные тона создают успокаивающую атмосферу, а использование ярких насыщенных цветов должно быть минимизировано для избежания сенсорной перегрузки пользователей в стрессовом состоянии. Индивидуализация цветовых настроек через функцию выбора темы позволяет адаптировать интерфейс под личностные особенности и актуальное состояние пользователя.

Применение данных принципов обеспечивает адаптацию веб-приложения под когнитивные и эмоциональные возможности пользователей, что способствует повышению эффективности взаимодействия, снижению тревожности и формированию позитивного пользовательского опыта, необходимого для регулярного использования приложения и успешного преодоления зависимости.

Заключение. В результате проведенного анализа установлено, что инженерно-психологическое обоснование цветового проектирования веб-приложений для диагностики эмоционального состояния пользователей является одним из ключевых факторов их эффективности в период отказа от вредных привычек. Основные причины низкой эффективности подобных приложений могут быть связаны не только с функциональными ограничениями, но и с человеческим фактором – повышенной когнитивной нагрузкой, дискомфортом от визуальной среды, несоответствием цветовых решений психологическим потребностям пользователей в уязвимом состоянии.

Список литературы

1. Хабаров, М. Е. Изучение влияния цветового оформления сайта на эмоциональное состояние пользователя [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15513>. Дата доступа: 22.02.2026.
2. Huang, Z. Web Accessibility Design Using Color Psychology for Visual Impairments and Neurodivergent Conditions / Z. Huang // *Proceedings of the 2025 3rd International Conference on Image, Algorithms, and Artificial Intelligence (ICIAAI 2025)*. – Atlantis Press, 2025. – P. 879-888. – DOI: 10.2991/978-94-6463-823-3_87.
3. Hunt, R. E. Exploring the Emotional Impact of Web Loading Page Colours, Brightness Values, and Icon Shapes with Pupillometry / R. E. Hunt, A. M. Edwards, B. F. Howell // *E&PDE*. – The Design Society, 2025. – P. 703-708. – ISBN 978-1-912254-22-4.
4. Meliksetyan, G. The Psychological Meaning of Color in Design: A Semantic Review / G. Meliksetyan // *Main Issues Of Pedagogy And Psychology*. – 2025. – Vol. 12, № 1. – DOI: 10.24234/miopap.v12i1.64.

UDC [004.512+004.724]:178

THE INFLUENCE OF THE COLOR ENVIRONMENT OF WEB APPLICATIONS ON THE EMOTIONAL STATE OF USERS DURING WITHDRAWAL FROM BAD HABITS

Maslova Y.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Professor of the Department of EPE, Doctor of Technical Sciences

Annotation. This article discusses the problem of ergonomic support for web applications designed to diagnose and track the emotional state of users during the process of quitting bad habits, namely the impact of the color design of the interface on the psychoemotional state of users who are in a vulnerable period. Based on modern scientific research, the article substantiates the principles of designing a color environment for a web application that helps to reduce anxiety, minimize cognitive load, and support a positive emotional background.

Keywords: engineering psychology, web application, color psychology, emotional state, interface, behavior.

ИНТЕРАКТИВНАЯ VR-ИГРА «ЛЕСТНИЦА ПРАВ: ВОЗРАСТ ГРАЖДАНИНА ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ»

Почебут М. Д., Журавлевич К. А.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: Ильясова М.С. – магистр, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Статья посвящена разработке VR-приложения «Лестница прав» для правового просвещения молодежи. Описан пайплайн создания проекта в Blender и Unreal Engine, включая реализацию алгоритмов викторины на базе Blueprints. Рассмотрен механизм визуализации роста правосубъектности через иммерсивное взаимодействие, подтверждающий эффективность VR как инструмента обучения нормам законодательства.

Ключевые слова: виртуальная реальность, правовое воспитание, Unreal Engine, Blender

Введение. Проблема слабой осведомленности молодежи о границах своей ответственности остается острой, несмотря на обилие доступной справочной информации. Традиционные методы обучения часто не обеспечивают глубокого понимания динамики правосубъектности – перехода от частичной дееспособности к полной. Использование технологий виртуальной реальности (VR) позволяет преодолеть этот разрыв, превращая сухой юридический текст в интерактивный опыт. Благодаря эффекту погружения и игровой механике «обучения через действие», пользователь не просто заучивает факты, а визуализирует расширение своих прав и обязанностей в пространстве [1].

Данная работа посвящена проектированию и программной реализации VR-приложения «Лестница прав: возраст гражданина имеет значение» на базе движка Unreal Engine. Основная идея проекта заключается в использовании пространственной метафоры вертикального восхождения, где переход на каждую новую ступень сопровождается интерактивной викториной.

Основная часть. Реализация проекта осуществлялась в рамках гибридного пайплайна, объединяющего среду полигонального моделирования Blender и игровой движок Unreal Engine. Процесс разработки был разделен на три ключевых блока: аналитический, графический и программно-алгоритмический.

На первом этапе был проведен контент-анализ нормативных актов Республики Беларусь (ГК, УК, ТК и Кодекса о браке и семье). На основе полученных данных сформирован реестр «правовых маркеров» для пяти возрастных точек: 6, 10, 14, 16 и 18 лет.

Визуальная концепция «Лестницы» выбрана как наиболее интуитивная метафора социального роста. Каждая ступень представляет собой отдельный интерактивный хаб. Переход на следующий уровень заблокирован до момента успешного прохождения викторины, моделирующей типичные жизненные ситуации.

Создание визуального ряда велось в Blender с применением техник Low-poly моделирования, что критично для поддержания высокой частоты кадров (FPS) в VR-режиме. Особое внимание уделено антропометрической трансформации аватара игрока: по мере восхождения модель персонажа меняется, визуализируя процесс взросления.

Экспорт объектов в Unreal Engine производился в формате .fbx с предварительной настройкой коллизий и разверток. Для снижения вычислительной нагрузки на систему использовалось запекание света и атласы текстур, что позволило сохранить детальность окружения при минимальном потреблении ресурсов видеопамати [2].

Интерактивная часть реализована на языке визуального программирования Blueprints. Алгоритм работы викторины строится на событийной модели:

1 Инициация: при вхождении игрока в триггерную зону ступени активируется виджет вопроса.

2 Взаимодействие: выбор ответа осуществляется не через стандартное меню, а через физический контакт контроллера с объектом-ответом (компоненты VR Interaction Framework).

3 Валидация: Система сравнивает ID выбранного элемента с эталонным значением из массива данных. При верном ответе срабатывает визуальный триггер (открытие прохода), при ошибке – выводится краткая справка из законодательства.

Общий алгоритм функционирования программных модулей и логика циклического взаимодействия пользователя с VR-средой представлены на рисунке 1.

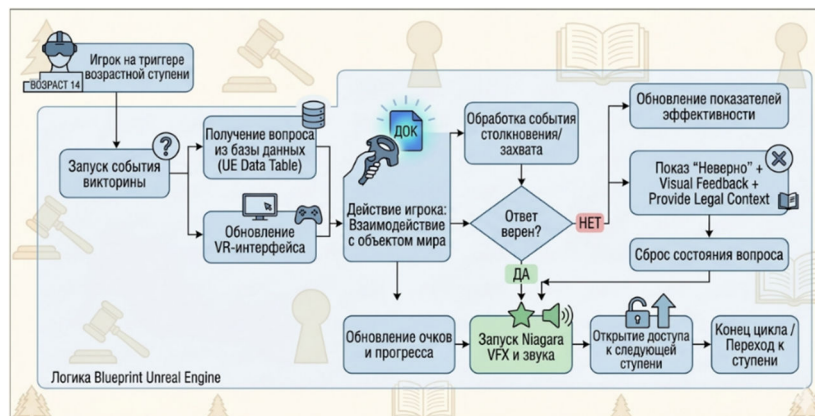


Рисунок 1 - Техническая схема игрового цикла и взаимодействия в VR-викторине «Лестница прав»

Продукт может быть интегрирован в образовательный процесс как инструмент автоматизированного контроля знаний и средство профилактики правонарушений в молодежной среде.

Заключение. В ходе работы разработан интерактивный VR-прототип «Лестница прав», успешно реализующий концепцию иммерсивного обучения основам законодательства. Программная логика на базе Unreal Engine и 3D-моделирование в Blender позволили создать устойчивую систему верификации правовых знаний с высокой частотой кадров и мгновенной обратной связью. Продукт имеет высокий потенциал для внедрения в учебный процесс как эффективное средство профилактики правонарушений в молодежной среде.

Список литературы

1. Дёшина, Л. А. Иммерсивные технологии в условиях цифровизации образования как инновационный метод обучения / Л. А. Дёшина, Я. Н. Катина [Электронный ресурс] // Экономика и менеджмент: электронный научный журнал. 2023. № 13 (7). С. 69–75. Режим доступа: <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/997>. Дата доступа: 01.03.2026.
2. Шэннон, Т. Unreal Engine 4 для дизайна и визуализации / Т. Шэннон ; пер. с англ. А. В. Ковалевского. М.: ДМК Пресс, 2017. 388 с..

UDC 004.946:340.114-053.6:37.01

INTERACTIVE VR GAME «LADDER OF RIGHTS: CITIZEN'S AGE MATTERS»

Pochebut M.D., Zhuravlevich K.A.

National Children Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Ilyasova M.S. – Master of Technical Sciences, Assistant Lecturer of the EPE Department

Annotation. The article discusses the development of the «Ladder of Rights» VR application for legal education. It describes the project pipeline in Blender and Unreal Engine, including the implementation of quiz algorithms using Blueprints. The mechanism of visualizing legal capacity growth through immersive interaction is considered, confirming the effectiveness of VR for teaching legislative norms.

Keywords: virtual reality, legal education, Unreal Engine, Blender

ВЕБ И МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ ОБЪЯВЛЕНИЙ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ

Раджабов О.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка веб и мобильного приложения для онлайн-платформы объявлений с использованием технологий JavaScript, Flutter, HTML, CSS, PostgreSQL и Docker, а также реализация механизмов защиты и безопасного хранения пользовательских данных.

Ключевые слова: онлайн-платформа объявлений, безопасность пользовательских данных, веб-приложение, мобильное приложение, *JavaScript, Flutter, PostgreSQL, Docker*, аутентификация пользователей

Введение. В условиях активного развития цифровых технологий онлайн-платформы объявлений становятся важным инструментом взаимодействия пользователей при поиске товаров и услуг. Однако их распространение сопровождается ростом угроз безопасности, связанных с несанкционированным доступом к учетным записям и утечкой персональных данных. В связи с этим актуальной задачей является разработка программных решений, обеспечивающих безопасное хранение, обработку и передачу пользовательской информации.

Использование современных веб-технологий JavaScript, HTML и CSS, системы управления базами данных PostgreSQL, контейнеризации приложений с помощью Docker, а также мобильной разработки на основе Flutter позволяет создать масштабируемую и защищенную платформу объявлений, обеспечивающую надежное взаимодействие пользователей с системой.

Основная часть. Серверная часть системы разработана на языке программирования JavaScript и реализована по клиент-серверной архитектуре. Серверное приложение выполняет обработку пользовательских запросов, управление данными объявлений и взаимодействие с базой данных.

Для хранения данных используется система управления базами данных PostgreSQL, обеспечивающая централизованное хранение информации о пользователях и объявлениях, а также поддержку транзакций и целостности данных. Для упрощения развертывания и изоляции среды выполнения применяется система контейнеризации Docker, обеспечивающая стабильность работы системы и независимость от особенностей операционной среды [1–3].

Клиентская часть платформы реализована с использованием HTML, CSS и JavaScript и обеспечивает формирование пользовательского интерфейса и взаимодействие с сервером через программный интерфейс API. Мобильная версия системы разработана с использованием фреймворка Flutter, что позволяет создавать кроссплатформенные приложения и обеспечивать доступ к функционалу платформы с мобильных устройств [2].

Для развертывания и изоляции компонентов используется контейнеризация Docker, позволяющая запускать серверное приложение и базу данных в изолированной среде и упрощать процесс развертывания системы на различных вычислительных платформах [4].

Проектирование системы основано на модульной архитектуре и объектно-ориентированном подходе. Основными сущностями являются пользователь, объявление, категория и сообщение, определяющие структуру хранимых данных и взаимодействие компонентов системы [5].

Система предназначена для размещения и управления объявлениями. Пользователи могут создавать и редактировать объявления, просматривать предложения и взаимодействовать с другими участниками платформы. Администратор осуществляет

управление пользователями, модерацию объявлений и контроль функционирования системы. Разграничение прав доступа реализовано на основе ролевой модели, что обеспечивает защиту пользовательских данных.

Структурная схема системы онлайн-платформы объявлений, представленная на рисунке 1, отражает взаимодействие веб-клиента, мобильного приложения, серверной части и базы данных PostgreSQL в рамках клиент-серверной архитектуры.

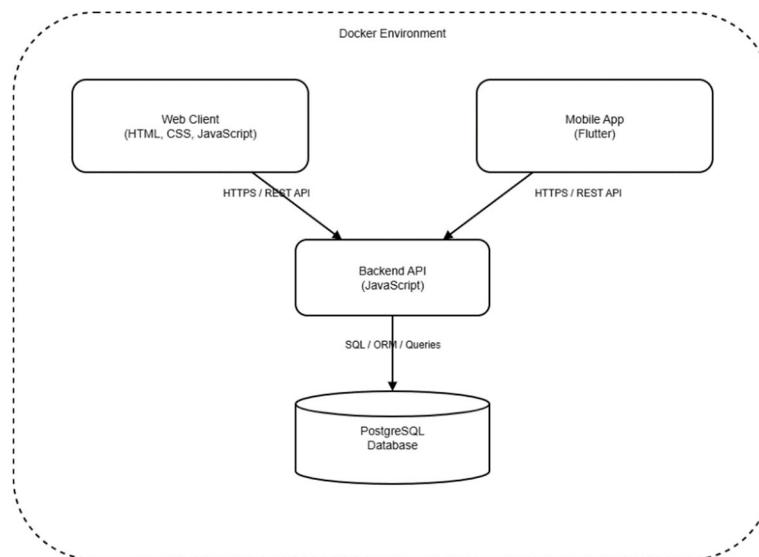


Рисунок 1 – Структурная схема системы онлайн-платформы объявлений

Для проектирования онлайн-платформы объявлений были выделены основные модули клиентской и серверной частей системы и определены связи между ними. Клиентская часть включает веб-приложение, реализованное с использованием HTML, CSS и JavaScript, и мобильное приложение на базе Flutter. Оба клиента взаимодействуют с серверной частью через программный интерфейс приложений (API), отправляя запросы на получение, создание и изменение данных. Серверная часть выполняет обработку пользовательских запросов, реализацию бизнес-логики и взаимодействие с базой данных PostgreSQL, в которой хранится информация о пользователях, объявлениях и действиях в системе.

Архитектура приложения основана на клиент-серверной модели, обеспечивающей централизованную обработку данных и унифицированный обмен информацией между веб-клиентом, мобильным приложением и сервером. Использование API позволяет обеспечить масштабируемость системы и возможность её дальнейшего расширения.

Проектирование программного средства основано на модульном подходе. Основными сущностями системы являются пользователь, объявление, категория и сообщение, определяющие структуру хранимых данных и взаимодействие компонентов.

Пользовательский интерфейс реализован в двух вариантах: веб-интерфейс и мобильное приложение. Веб-версия обеспечивает работу с платформой через браузер, включая просмотр и создание объявлений, а мобильное приложение предоставляет аналогичный функционал для мобильных устройств.

Серверное приложение выполняет обработку запросов, проверку корректности данных и взаимодействие с базой данных PostgreSQL. Все операции с объявлениями выполняются через серверную часть, что обеспечивает централизованное управление данными и повышает безопасность системы.

Таким образом, предложенная архитектура обеспечивает эффективное взаимодействие веб-клиента, мобильного приложения и серверной части системы, а использование базы данных PostgreSQL обеспечивает актуальность и синхронизацию данных для всех пользователей платформы.

Прототип веб-интерфейса онлайн-платформы объявлений с авторизацией пользователя и возможностью управления размещёнными объявлениями представлен на рисунке 2.

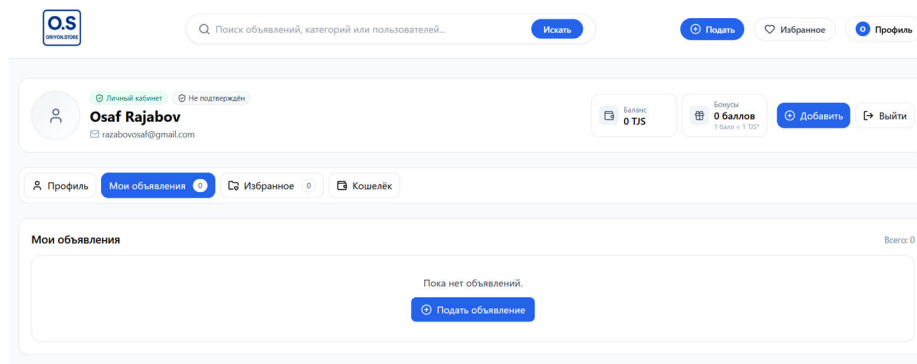


Рисунок 2 – Скриншот страницы «Личный профиль» прототипа пользовательского интерфейса веб-приложения онлайн-платформы объявлений

Заключение. Разработанная онлайн-платформа объявлений обеспечивает централизованное управление учетными записями пользователей, размещение и управление объявлениями, а также безопасное взаимодействие пользователей системы.

Взаимодействие компонентов реализовано по клиент-серверной архитектуре: веб-клиент и мобильное приложение отправляют запросы через API на серверное приложение, где выполняется обработка данных, проверка авторизации пользователей и реализация бизнес-логики системы. Серверная часть взаимодействует с базой данных PostgreSQL, в которой хранятся сведения о пользователях, объявлениях и действиях в системе.

Использование контейнеризации Docker обеспечивает изоляцию компонентов приложения и упрощает процесс развертывания системы. Разработанная платформа обеспечивает удобное размещение и поиск объявлений, централизованное хранение данных и повышенный уровень безопасности пользовательской информации, а также создает основу для дальнейшего расширения функциональных возможностей системы.

Список литературы

1. JavaScript documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>.
2. Flutter documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.flutter.dev/>.
3. PostgreSQL: The world's most advanced open source database [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.postgresql.org/>.
4. Docker documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.docker.com/>.
5. OWASP Web Application Security Testing Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/>.

UDC 004.056:004.773.2

WEB AND MOBILE APPLICATION FOR ONLINE CLASSIFIEDS PLATFORM WITH USER DATA SECURITY

Rajabov O.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The paper examines the development of a web and mobile application for an online classifieds platform using JavaScript, Flutter, HTML, CSS, PostgreSQL, and Docker technologies, as well as the implementation of mechanisms for protecting and securely storing user data.

Keywords: online classifieds platform, user data security, web app, mobile app, JavaScript, Flutter, PostgreSQL, Docker, user authentication

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОКУПКИ АВИАБИЛЕТОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ БЛОГОМ ДЛЯ ПУТЕШЕСТВЕННИКОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Рябцев Н.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Николаев А.Ю. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки мобильного приложения для покупки авиабилетов с интегрированным блогом для путешественников. Основное внимание уделено реализации ключевых функций системы, связанных с поиском, бронированием и оплатой авиабилетов, а также организации информационного сопровождения пользователя. Описаны функциональные возможности приложения, используемые технологии и особенности его эргономического обеспечения.

Ключевые слова: мобильное приложение, покупка авиабилетов, React Native, JavaScript, node.js, PostgreSQL.

Введение. В условиях активного развития цифровых технологий значительная часть процессов, связанных с организацией поездок, осуществляется с использованием интернет-сервисов. Современные пользователи имеют возможность самостоятельно планировать путешествия без необходимости обращения в туристические агентства.

Особую роль в данной сфере играют мобильные приложения, которые обеспечивают быстрый доступ к информации о рейсах и позволяют выполнять основные операции по бронированию и покупке авиабилетов непосредственно со смартфона. Благодаря удобству использования и высокой доступности такие приложения становятся одним из наиболее востребованных инструментов при планировании авиапутешествий.

Большинство существующих решений ориентировано преимущественно на реализацию базовых функций, таких как поиск рейсов, бронирование и оплата билетов. При этом пользователи часто нуждаются в дополнительной информации, связанной с подготовкой и организацией поездки, включая рекомендации, советы и опыт других путешественников.

В связи с этим актуальной задачей является разработка мобильного приложения для покупки авиабилетов, которое дополнительно включает интегрированный блог для путешественников. Объединение сервисных функций и информационного контента в рамках единой системы позволяет повысить удобство использования приложения и предоставить пользователям более комплексный инструмент для планирования путешествий.

Основная часть. Разрабатываемое мобильное приложение предназначено для поиска, выбора и покупки авиабилетов, а также для предоставления пользователю дополнительной информации о путешествиях через интегрированный блог. Функциональная структура обеспечивает последовательное выполнение основных пользовательских операций и информационное сопровождение на всех этапах взаимодействия с системой.

К основным функциям приложения относятся:

- регистрация и авторизация пользователей;
- поиск, фильтрация и сортировка найденных рейсов;
- просмотр деталей перелёта;
- бронирование и оплата заказа;
- просмотр истории заказов;
- просмотр статей блога;
- создание, редактирование, удаление собственных публикаций.

Дополнительно предусмотрены функции уведомлений и настройки интерфейса под предпочтения пользователя, повышающие удобство использования приложения.

В качестве архитектурного решения для реализации системы выбрана клиент-серверная архитектура [1]. Клиентская часть приложения реализуется с использованием React Native, что позволяет обеспечить кроссплатформенную разработку и поддержку мобильных устройств на базе Android и iOS [2]. Серверная часть разрабатывается на платформе Node.js, обеспечивающей обработку пользовательских запросов и взаимодействие с базой данных [3]. Для хранения данных используется PostgreSQL, позволяющая централизованно хранить данные о пользователях, рейсах, бронированиях, пассажирах и публикациях блога. Обмен данными между клиентской и серверной частью осуществляется с помощью REST API.

Важной особенностью разрабатываемой системы является её эргономическое обеспечение. При проектировании пользовательского интерфейса учитывались требования к управляемости и осваиваемости мобильного приложения. В рамках эргономического проектирования были определены сценарии взаимодействия пользователя с системой, разработаны алгоритмы выполнения основных операций и сформулированы эргономические требования к интерфейсу. Особое внимание уделялось единообразию экранных форм, предсказуемости реакции интерфейса, доступности элементов управления, логике переходов между экранами и снижению когнитивной нагрузки на пользователя.

Интерфейс приложения проектировался с учётом специфики мобильных устройств. Расположение основных элементов было ориентировано на удобство использования приложения одной рукой, а структура экранов формировалась таким образом, чтобы пользователь мог выполнять целевые действия за минимальное количество шагов.

Заключение. В ходе работы разработано мобильное приложение для покупки авиабилетов с интегрированным блогом для путешественников. Рассмотрены его функциональные возможности, архитектурные особенности и используемые технологии. Важной частью работы стало эргономическое обеспечение системы, в рамках которого были проанализированы пользовательские сценарии, определены требования к интерфейсу и учтены особенности взаимодействия пользователя с мобильным устройством. Реализация предложенных решений позволила сформировать удобный, понятный и функциональный интерфейс, обеспечивающий комфортное выполнение основных операций и доступ к дополнительной информации о путешествиях.

Список литературы

1. Архитектура «клиент–сервер»: основы и принципы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itspectr.ru/arhitektura-klient-server-osnovy-i-principy/>. Дата доступа: 12.03.2026
2. React Native documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactnative.dev/>. Дата доступа: 12.03.2026
3. Nodejs documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nodejs.org/docs/latest/api/>. Дата доступа: 12.03.2026

UDC 004.774:656.7039.1/2

MOBILE APPLICATION FOR PURCHASING AIRLINE TICKETS WITH AN INTEGRATED BLOG FOR TRAVELERS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Ryabtsev N.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Nikolaev A.Y. – Assistant of the Department of EPE

Annotation. The article examines the development process of a mobile application for purchasing airline tickets with an integrated blog for travelers. Particular attention is paid to the implementation of the system's key functions related to flight search, booking, and payment, as well as to providing users with informational support. The paper describes the application's functional capabilities, the technologies used, and the features of its ergonomic design.

Keywords: mobile application, airline ticket purchase, React Native, JavaScript, Node.js, PostgreSQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ РЕКРУТЕРОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Селюк С.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены особенности разработки веб-приложения для рекрутинговых процессов и повышения эффективности работы специалистов по подбору персонала. Показано, что использование единой цифровой платформы позволяет снизить когнитивную нагрузку на рекрутера, ускорить выполнение рутинных операций и повысить точность принятия решений. Проанализировано влияние эргономики интерфейса и визуальных решений на производительность пользователя, а также роль автоматизации коммуникаций и аналитики в оптимизации рекрутинговой воронки.

Ключевые слова: автоматизация рекрутинга, веб-приложение, HR-технологии, цифровизация, интерфейс, эргономика, пользовательский опыт, аналитика, управление персоналом.

Введение. Современный рынок труда характеризуется высокой конкуренцией за квалифицированных специалистов, что обуславливает ключевую роль эффективности рекрутинговых процессов для успешности компании. Ручная обработка резюме, многоступенчатая коммуникация и отслеживание этапов подбора требуют от рекрутера значительных временных затрат и повышают риск ошибок. Значительная часть рабочего времени специалиста расходуется на рутинные операции: поиск по базе кандидатов, шаблонную переписку, согласование собеседований и перенос данных. Высокая когнитивная нагрузка при работе с большим объемом разнородной информации приводит к утомлению и снижению продуктивности [1].

В условиях цифровой трансформации актуальной становится задача внедрения специализированных веб-приложений, автоматизирующих рутинные операции, структурирующих данные и снижающих когнитивную нагрузку на рекрутера. Цифровизация HR-процессов является стратегическим направлением развития предприятий, влияющим на их конкурентоспособность [2]. Существующие программные решения часто имеют перегруженный интерфейс, требуют дополнительного времени на освоение и представляют собой либо слабоинтегрированные модули, либо избыточно громоздкие системы [3]. Таким образом, разработка систем с глубокой проработкой пользовательского опыта и эргономичностью является целесообразной.

Основная часть. Анализ деятельности рекрутера позволяет выделить ряд ключевых задач, выполнение которых может быть оптимизировано средствами автоматизации. К ним относятся управление вакансиями, ведение базы кандидатов, отслеживание статусов в рекрутинговой воронке, организация коммуникации и собеседований, а также формирование аналитической отчетности. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования, которая наглядно показывает функциональные возможности, предоставленные пользователю-рекрутеру, а также их взаимосвязи [4].



Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Диаграмма вариантов использования служит фундаментальной основой для понимания, специфицирования и документирования функциональных требований к системе. Она отражает полный цикл работы с вакансиями и кандидатами, включая создание и редактирование вакансий, поиск и фильтрацию кандидатов по множеству параметров, управление их статусами в процессе отбора, организацию собеседований и формирование отчетности. Важным аспектом, отраженным на диаграмме, является персонализация работы через инструменты управления профилем и настройки уведомлений.

Автоматизация рекрутинга перераспределяет функции между человеком и программой, минимизируя рутину при четком разделении зон ответственности: создание описаний вакансий и утверждение требований остается за рекрутером, тогда как система проверяет заполнение полей, сохраняет шаблоны и публикует вакансии на внешних платформах. В работе с базой кандидатов специалист проводит оценку и интервью, а система обеспечивает интеллектуальный поиск, фильтрацию, импорт резюме и структурирование данных. Визуализация статусов кандидатов в виде воронки с автоматическим перемещением карточек выполняется системой, но решение о переходе на следующий этап принимает человек. Планирование собеседований автоматизировано в части синхронизации календарей, генерации ссылок и напоминаний, тогда как проведение интервью и оценка остаются за рекрутером. Отчетность автоматически генерируется системой с расчетом метрик, предоставляя специалисту основу для анализа и управленческих решений.

Центральным элементом эффективной работы с системой является ее эргономическое обеспечение: интерфейс должен проектироваться с учетом предсказуемости, чистоты визуального пространства и удобства навигации, поскольку перегруженность и слабая визуализация ведут к росту ошибок и выгоранию [3]. Визуализация рекрутинговой воронки в виде карточек, перемещаемых между этапами, позволяет рекрутеру мгновенно оценить картину по вакансии без погружения в текстовые отчеты.

Цветовое оформление напрямую влияет на когнитивную нагрузку: темная тема снижает зрительное утомление и повышает концентрацию, спокойные синие и зеленые тона для акцентных элементов ассоциируются с безопасностью и снижают психологическое сопротивление при рутине [5], тогда как контрастные цвета для критичных статусов («Просрочено», «Отказ») мгновенно привлекают внимание к проблемным зонам.

Автоматизация коммуникаций является важным фактором снижения временных затрат. Система обеспечивает автоматическую отправку уведомлений и напоминаний, а также предоставляет библиотеку шаблонов писем для различных сценариев: приглашение на собеседование, подтверждение получения резюме, отказ. Это позволяет рекрутеру поддерживать высокий уровень взаимодействия с кандидатами без дополнительных временных затрат и риска забыть о важном событии. Своевременная обратная связь, как показывают исследования HR-практик, значительно повышает вероятность успешного найма и положительно влияет на имидж компании как работодателя [2].

Аналитический блок системы является инструментом для стратегического управления процессом подбора. Настраиваемые дашборды с визуализацией ключевых метрик, таких как время закрытия вакансий, конверсия между этапами и эффективность источников, позволяют рекрутеру и руководителю выявлять узкие места и принимать обоснованные управленческие решения. Визуализация данных в виде графиков и диаграмм делает аналитику доступной и наглядной, превращая ее из инструмента контроля в инструмент оптимизации.

Заключение. Автоматизация рекрутинга является необходимым этапом развития HR-процессов в условиях цифровой трансформации. Разработка веб-приложения с продуманным эргономичным интерфейсом позволяет снизить когнитивную нагрузку на рекрутера, ускорить выполнение рутинных операций и повысить точность принятия решений. Использование научно обоснованных принципов UX-дизайна, визуальной эргономики и аналитики делает систему удобной, эффективной и устойчивой к масштабированию. Такое приложение становится стратегическим инструментом, повышающим конкурентоспособность компании и качество подбора персонала.

Список литературы

1. Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда» / И.Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2012. – 112 с.
2. Черняков, М.К. Цифровизация управления персоналом: современные тенденции и вызовы для российских предприятий / М.К. Черняков, И.А. Чернякова // Экономика и управление. – 2024. – № 2. – С. 45–52.
3. Автоматизация HR-процессов: что действительно работает, а что превращается в цифровой кошмар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/hr/>. – Дата доступа: 27.02.2026.
4. Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/566218/>. – Дата доступа: 27.02.2026.
5. Color Psychology in UI Design: How Colors Influence User Behavior [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gapsystudio.com/blog/color-psychology-in-ui-design/>. – Дата доступа: 27.02.2026.

UDC [004.774+005.953]:331.101.1

WEB APPLICATION FOR RECRUITERS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Seluk S.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – Master of Sci., assistant of the Department of EPE

Annotation. The paper examines the features of developing a web application for recruitment processes and improving the efficiency of HR specialists. It is shown that the use of a unified digital platform reduces the cognitive load on the recruiter, accelerates the execution of routine operations, and increases the accuracy of decision-making. The influence of interface ergonomics and visual solutions on user performance is analyzed, as well as the role of communication automation and analytics in optimizing the recruitment funnel.

Keywords: recruitment automation, web application, HR technologies, digitalization, interface design, ergonomics, user experience, analytics, personnel management.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВОЛОНТЕРСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Скрипов И.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Данное исследование посвящено разработке веб-приложения для организации и проведения экологических волонтерских мероприятий. В работе рассмотрены основные принципы проектирования системы, включая формирование цифровой экосреды взаимодействия волонтеров и организаторов, эргономичность пользовательского интерфейса, автоматизацию процессов и доступность. Описаны функциональные возможности платформы, направленные на координацию мероприятий, учет волонтерской активности и информационное сопровождение экологических инициатив. Разработка веб-приложения способствует цифровизации экологического волонтерства, повышению вовлеченности участников и оптимизации процессов взаимодействия между организаторами и волонтерами.

Ключевые слова: веб-приложение, волонтерство, организация мероприятий, эргономика, интерактивная карта

Введение. Современное развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на социально значимые сферы деятельности, включая экологическое волонтерство. Рост числа экологических инициатив и мероприятий требует эффективных инструментов для координации участников, распространения информации и учета волонтерской активности. Использование разрозненных платформ и неструктурированных каналов коммуникации существенно снижает эффективность взаимодействия между организаторами и волонтерами [1].

В связи с этим разработка специализированного веб-приложения, обеспечивающего централизованное управление экологическими мероприятиями и комфортное взаимодействие участников, является актуальной задачей. Особое значение в данном контексте приобретает эргономическое обеспечение пользовательского интерфейса, способствующее снижению когнитивной нагрузки и повышению удобства использования системы [2].

Основная часть. Разработанное веб-приложение представляет собой программное решение, направленное на организацию и проведение экологических волонтерских мероприятий в рамках единой цифровой экосреды взаимодействия волонтеров и организаторов. Система объединяет функциональные модули управления мероприятиями, учета волонтерской активности и информационного сопровождения экологических инициатив, обеспечивая целостный и структурированный процесс взаимодействия участников.

Актуальность данного исследования обусловлена ростом числа экологических инициатив и необходимостью эффективной координации волонтерской деятельности. Использование разрозненных цифровых инструментов и неструктурированных каналов коммуникации приводит к фрагментации информации, снижению вовлеченности участников и увеличению временных затрат на организацию мероприятий. Создание специализированного веб-приложения, ориентированного на формирование устойчивого цифрового сообщества, является важной задачей в контексте цифровизации экологического волонтерства.

Архитектура системы реализована на основе клиент-серверной модели, обеспечивающей надежность и масштабируемость приложения. Клиентская часть реализована с использованием современных библиотек веб-разработки, что обеспечивает высокую отзывчивость интерфейса и удобство взаимодействия с пользователем. Серверная часть отвечает за обработку данных, управление пользовательскими сценариями и хранение

информации о мероприятиях и волонтерской активности. Такое архитектурное решение позволяет гибко расширять функциональные возможности системы и адаптировать ее под рост числа пользователей.

Ключевой особенностью разрабатываемого веб-приложения является формирование цифровой экосреды взаимодействия волонтеров и организаторов экологических мероприятий. В отличие от традиционных сервисов, ориентированных исключительно на размещение событий, система обеспечивает устойчивое информационное взаимодействие участников, включая возможность подписки на организаторов, публикацию информационных материалов и накопление истории участия волонтеров. Это способствует формированию долгосрочной вовлеченности и развитию экологического сообщества.

Особое внимание при разработке системы уделено вопросам эргономического обеспечения пользовательского интерфейса. Интерфейс спроектирован с учетом принципов интуитивной навигации, минимизации когнитивной нагрузки и соблюдения визуальной иерархии. Основные элементы управления располагаются в центральной части экранов, второстепенные – в периферийных зонах, что облегчает восприятие информации и ускоряет выполнение пользовательских действий. Использование единого визуального стиля, согласованной цветовой палитры и типографики способствует формированию целостного пользовательского опыта.

Процесс взаимодействия волонтера с системой начинается с ознакомления с доступными экологическими мероприятиями и информационными материалами организаторов. Далее пользователь может зарегистрироваться для участия в выбранном мероприятии, после чего система фиксирует его активность и сохраняет данные в личной истории участия. Организаторы, в свою очередь, получают инструменты для создания мероприятий, управления списками участников и информационного сопровождения инициатив [3]. Такой сценарий взаимодействия обеспечивает прозрачность процессов и упрощает координацию волонтерской деятельности.

Дополнительным преимуществом системы является возможность накопления и анализа данных о волонтерской активности. Информация о количестве мероприятий, типах участия и регулярности активности позволяет формировать обобщенное представление о вовлеченности волонтеров и эффективности проводимых инициатив. Наглядное отображение данных способствует осознанию личного вклада участников и поддерживает мотивацию к дальнейшему участию в экологической деятельности (рисунок 1).

Важным функциональным элементом системы является использование интерактивной карты экологических мероприятий. Данный инструмент позволяет визуализировать информацию о местах проведения акций, таких как уборка территорий, посадка деревьев или экологические образовательные мероприятия. Пользователь может определить географическое расположение события и выбрать наиболее удобное для участия мероприятие. Интерактивная карта упрощает процесс поиска мероприятий и повышает эффективность координации волонтерской деятельности.

Кроме того, в системе реализованы механизмы информационной поддержки экологических инициатив, включающие публикацию новостей, рекомендаций по экологически ответственному поведению и отчетов о проведенных мероприятиях. Такой подход повышает осведомленность пользователей о текущих экологических проблемах и возможностях участия в их решении. Информационный раздел платформы выполняет не только координационную, но и образовательную функцию, способствуя формированию активного сообщества пользователей, заинтересованных в развитии экологического волонтерства.

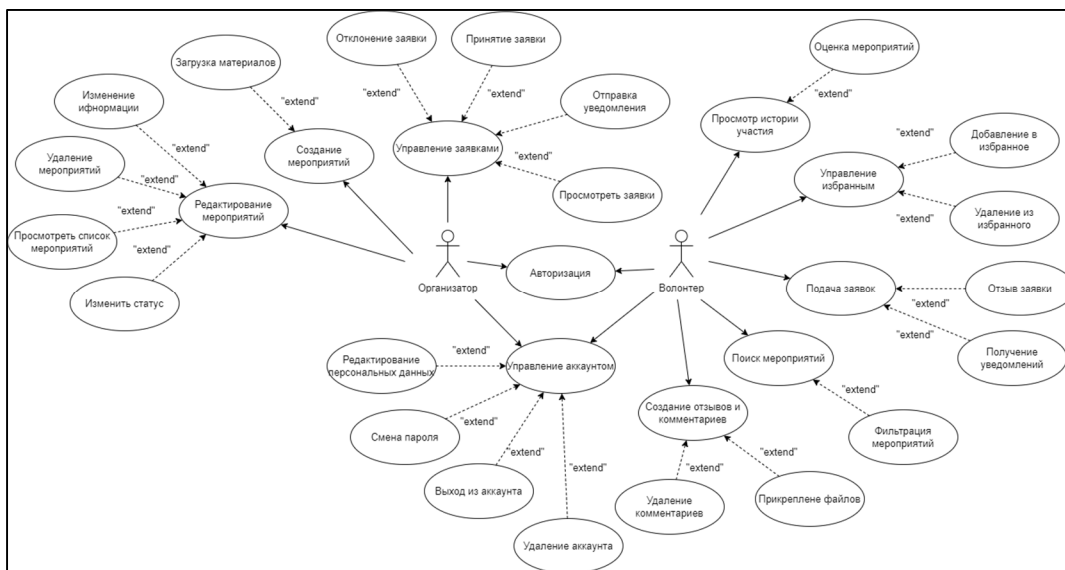


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Заключение. Разработанное веб-приложение для организации и проведения экологических волонтерских мероприятий представляет собой эффективный инструмент для автоматизации ключевых процессов, включая создание и управление мероприятиями, координацию взаимодействия между волонтерами и организаторами, учет волонтерской активности и информационное сопровождение экологических инициатив. Формирование цифровой экосреды обеспечивает устойчивое взаимодействие участников и способствует повышению вовлеченности в экологическую деятельность.

Использование современных технологий веб-разработки обеспечивает высокую производительность, удобство пользовательского взаимодействия и возможность масштабирования системы.

Список литературы

1. Котляров, И. Д. Цифровые платформы и социальные инициативы : учебное пособие / И. Д. Котляров. – Москва : Юрайт, 2020. – 176 с.
2. Головач, В. В. Дизайн пользовательского интерфейса : пособие / В. В. Головач. – Москва : Юзетикс, 2015. – 64 с.
3. Цифровое эковолонтерство как новая форма экологического воспитания / А. Ю. Луговская, Л. Ю. Анощенко. // 2022. – Vol. 1, № 35. – P. 60-64.

UDC [004.774+364-322]:331.101.1

WEBSITE APPLICATION FOR ORGANIZING AND CARRYING OUT ENVIRONMENTAL VOLUNTEER ACTIVITIES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Skipov I.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parkhomenko D.A. – Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Electronics

Annotation. This study focuses on the development of a web application for organizing and conducting environmental volunteer events. The paper explores the fundamental principles of system design, including the creation of a digital ecosystem for volunteers and organizers, user-friendliness, process automation, and accessibility. It also describes the platform's functionality, which aims to coordinate events, track volunteer activities, and provide information support for environmental initiatives. This web application contributes to the digitalization of environmental volunteering, enhancing participant engagement, and optimizing communication processes between organizers and volunteers.

Keywords: web application, volunteering, event organization, ergonomics, interactive map

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПО АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ПРЕБЫВАНИЯ СОТРУДНИКОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ И НАЧИСЛЕНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Соболь М.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В условиях цифровизации предприятий и повышения требований к точности финансовых расчетов актуальной становится задача автоматизации учета рабочего времени и расчета заработной платы. Разрабатываемое программное средство предназначено для комплексной автоматизации процессов кадрового учета, контроля пребывания сотрудников на рабочем месте и начисления заработной платы. Система обеспечивает ведение единой базы данных сотрудников, формирование табелей учета рабочего времени, расчет заработной платы с учетом различных систем оплаты труда, а также подготовку отчетной документации. Внедрение программного средства позволит минимизировать ошибки при расчетах, сократить временные затраты на рутинные операции и обеспечить прозрачность начислений.

Ключевые слова: программное средство, автоматизация, учет рабочего времени, начисление заработной платы, кадровый учет, табель учета.

Введение. Управление персоналом и расчет заработной платы являются ключевыми процессами в деятельности любого предприятия. От точности и своевременности этих операций зависит не только финансовая стабильность организации, но и социальная удовлетворенность сотрудников. Традиционные методы учета, основанные на ручном заполнении табелей и использовании табличных процессоров, часто приводят к ошибкам, потере времени и конфликтным ситуациям. Переход к автоматизированным системам требует создания специализированных инструментов, которые интегрируют в себе функции кадрового учета, контроля рабочего времени и расчета заработной платы [1].

Основная часть. Процесс учета рабочего времени и расчета заработной платы является критически важным для финансовой деятельности предприятия. Традиционный подход, основанный на использовании разрозненных таблиц и ручных вычислений, не обеспечивает ни должной точности, ни оперативности доступа к информации.

Для решения данной проблемы разрабатывается программное средство, которое автоматизирует полный цикл работы с кадровыми данными и расчетами. Первым ключевым компонентом системы является модуль кадрового учета. Он содержит единую базу данных сотрудников, где фиксируются их персональные данные, должности, оклады, графики работы, приказы о приеме, перемещениях и увольнении. Это обеспечивает прозрачность и оперативность доступа к информации для HR-отдела, бухгалтерии и руководителей подразделений [2].

Вторым важнейшим компонентом является модуль учета рабочего времени. Система позволяет фиксировать фактически отработанное сотрудниками время, учитывать явки, неявки, отпуска, командировки и больничные. На основе введенных данных автоматически формируется табель учета рабочего времени. Модуль поддерживает различные режимы работы: стандартная пятидневная рабочая неделя, сменные графики, гибкий график, суммированный учет рабочего времени. Это позволяет применять систему на предприятиях с различной спецификой организации труда.

Третьим функциональным блоком выступает расчетный модуль. Он обеспечивает автоматическое начисление заработной платы на основе данных кадрового учета и фактически отработанного времени. Система поддерживает различные системы оплаты труда: повременную (на основе оклада или тарифной ставки); сдельную (на основе выполненных объемов работ); комиссионную (процент от выручки или продаж); бонусную (с учетом премий и надбавок). Расчетный модуль автоматически выполняет начисление всех предусмотренных

законодательством налогов и взносов, формирует расчетные листки, платежные ведомости. Это позволяет полностью исключить арифметические ошибки и обеспечить соответствие расчетов требованиям законодательства [3].

Важной составляющей системы является модуль отчетности. Он позволяет формировать различные аналитические и регламентированные отчеты: расчетно-платежные ведомости, индивидуальные карточки по налогам, своды начислений и удержаний, статистическую отчетность по труду. Руководитель предприятия получает возможность оперативно получать информацию о фонде оплаты труда и его структуре для принятия обоснованных управленческих решений.

Внедрение разрабатываемого программного средства на предприятии дает ряд существенных преимуществ. Во-первых, это снижение временных затрат бухгалтерии и отдела кадров за счет автоматизации рутинных операций. Во-вторых, минимизация ошибок: система исключает арифметические ошибки и ошибки ввода данных, что особенно важно при расчете заработной платы и соблюдении налогового законодательства. В-третьих, прозрачность начислений: сотрудники могут получать детализированные расчетные листки, что повышает доверие к работодателю. Кроме того, централизованное хранение всех кадровых документов и истории расчетов создает прозрачный и проверяемый архив.

Заключение. Таким образом, разрабатываемое программное средство по автоматизации контроля пребывания сотрудников на рабочем месте и начисления заработной платы представляет собой комплексное решение для современного предприятия. Оно объединяет в себе функции кадрового учета, контроля рабочего времени и расчета заработной платы в строгом соответствии с требованиями законодательства. Использование такой системы повышает эффективность работы бухгалтерии и отдела кадров, обеспечивает достоверность расчетов и способствует соблюдению трудового законодательства, что в условиях цифровой трансформации экономики является необходимым условием для стабильной деятельности организации.

Список литературы

1. Егоришин, А.П. Основы управления персоналом / Москва: ИНФРА-М, 2024.
2. Харитонов, С.А. Учет рабочего времени и расчет заработной платы в программных продуктах 1С / С.А. Харитонов. – М.: 1С-Паблишинг, 2023.
3. Воробьева, Е.В. Расчет заработной платы в современных информационных системах / Е.В. Воробьева // Бухгалтерский учет и налогообложение. – 2024.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

SOFTWARE TOOL FOR AUTOMATION OF EMPLOYEE WORKPLACE ATTENDANCE CONTROL AND PAYROLL CALCULATION

Sobal M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. In the context of enterprise digitalization and increasing requirements for the accuracy of financial calculations, the task of automating working time tracking and payroll calculation becomes relevant. The developed software tool is designed for comprehensive automation of personnel records, employee workplace attendance control and payroll calculation processes. The system provides a unified employee database, formation of working time sheets, payroll calculation considering various remuneration systems, as well as the preparation of reporting documentation. Implementation of the software tool will minimize errors in calculations, reduce time spent on routine operations and ensure transparency of accruals.

Keywords: software tool, automation, working time tracking, access control, time sheet, payroll calculation, labor discipline.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-БАНКИНГА С СИСТЕМОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ АКТИВНОСТИ КЛИЕНТОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Соколовский Д.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич И.В. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены ключевые функции веб-приложения интернет-банкинга, предназначенного для автоматизации взаимодействия пользователя с банковскими услугами. Платформа предоставляет пользователям интуитивно понятный интерфейс для управления счетами, осуществления платежей и переводом, отслеживания расходов, а также оформления финансовых продуктов. Описаны функциональные возможности и архитектурные особенности решения.

Ключевые слова: веб-приложение, интернет-банкинг, React, TypeScript, PostgreSQL.

Введение. Стремительная цифровизация финансового сектора и рост числа пользователей меняют подход к банковскому обслуживанию, делая интернет-банкинг удобным инструментом взаимодействия клиентов и банков. Такие традиционные подходы, как посещение отделений, бумажные выписки, телефонные звонки, уступают место цифровым сервисам, поскольку не способны обеспечить высокую скорость и удобство при совершении повседневных операций.

Переход от бумажного документооборота и ручных операций к автоматизированным онлайн сервисам позволяет банкам повысить доступность своих услуг, сократить операционные издержки и предоставить клиентам возможность полноценно распоряжаться средствами в любое время из любой точки мира. Такое приложение становится единой точкой доступа к банковским продуктам, обеспечивая централизованное управление счетами, автоматизацию платежей и персонализацию сервисов.

Актуальность разработки веб-приложения для интернет-банкинга обусловлена растущими ожиданиями пользователей, поскольку необходима не только надежность и безопасность, но и интуитивная понятность, мгновенное выполнение операций и гибкая настройка под индивидуальные потребности. Использование передовых технологий позволяет реализовать высокопроизводительное и масштабируемое решение, обеспечивающее защиту данных, стабильность работы и положительный пользовательский опыт.

Основная часть. Система интернет-банкинга построена по клиент-серверной архитектуре, что обеспечивает четкое разделение логики представления и бизнес-логики приложения.

Серверная часть реализована на платформе Node.js, использующей асинхронную модель обработки запросов. Данный выбор позволяет использовать приложение с высокой производительностью даже при большом количестве сторонних запросов и подключений, что критически важно для финансового приложения с интенсивным сетевым взаимодействием. Асинхронная архитектура позволяет серверу обрабатывать множество запросов параллельно без блокировки потоков выполнения [1].

Клиентская часть реализована на основе библиотеки React и языка TypeScript. Применение TypeScript позволяет использовать статическую типизацию, что снижает вероятность ошибок, а также помогает поддерживать масштабируемость кода. Библиотека React обеспечивает построение компонентной структуры, обеспечивающую возможность повторного использования компонентов, такие как формы платежей, выписки по счетам и историю транзакций, что обеспечивает единообразие пользовательского опыта и ускоряет разработку новых экранов [2].

Управление базой данных PostgreSQL осуществляется через инструмент pgAdmin. Данное средство предоставляет графический интерфейс для проектирования схемы данных, выполнения запросов и мониторинга производительности. Создание резервных копий и восстановление данных через pgAdmin обеспечивает дополнительный уровень защиты финансовой информации, позволяя оперативно реагировать на возможные сбои.

Веб-приложение обеспечивает комфортное и безопасное управление личными финансами через веб-интерфейс. Сервис предоставляет клиентам понятную навигацию по всем продуктам банка, упрощает процессы переводов, оплаты кредитов и открытия вкладов, делая банковское обслуживание доступным в любое время.

В приложении реализована ролевая модель, разграничивающая права обычных пользователей и администраторов. Клиенты управляют личными финансами: создают профиль, оформляют кредиты и вклады, добавляют карты, просматривают историю операций. Администраторы отвечают за наполнение платформы – редактируют информацию о банке, публикуют новости и управляют списком партнёров, не вмешиваясь в персональные данные пользователей. Такое разделение обеспечивает безопасность счетов и актуальность публичного контента, сохраняя конфиденциальность клиентов.

Главной целью создания приложения является упрощение работы пользователя с финансовыми операциями. Клиент может не только управлять своим счетом в банке, но также полноценно работать с кредитами и вкладами, контролировать историю операций и настраивать личный профиль.

Работа с кредитами и вкладами реализована как единый интегрированный процесс. Пользователь может просматривать все действующие кредиты с детализацией по срокам, процентным ставкам и остатку задолженности. Аналогичная структура предусмотрена для вкладов, где отображается информация о сумме, дате открытия и доходности. Система автоматически рассчитывает предстоящие платежи и позволяет выполнять досрочное погашение кредитов или пополнение вкладов без посещения отделения. Для удобства навигации при наличии нескольких продуктов реализована фильтрация, позволяющая выводить на экран только нужную категорию записей.

Контроль истории операций обеспечивает полную прозрачность всех движений средств. Пользователю доступен детализированный журнал транзакций с возможностью отбора записей за конкретный день, неделю или произвольный период. По каждой операции указывается сумма, дата, тип платежа и статус проведения. Такая функциональность позволяет отслеживать текущие расходы и поступления, анализировать финансовые потоки во временном разрезе, что особенно важно для личного бюджетирования и планирования.

Интерфейс веб-приложения спроектирован с акцентом на минимизацию лишних действий и интуитивную понятность. Система навигации позволяет пользователю перемещаться между ключевыми разделами интернет-банкинга, быстро находя необходимую информацию. Визуальная структура построена так, чтобы наиболее востребованные функции всегда оставались в зоне быстрого доступа, а логика расположения элементов исключала путаницу. Адаптивность интерфейса обеспечивает комфортное взаимодействие на любом устройстве, единый стиль создает ощущение контроля и предсказуемости, что позволяет полностью сосредоточиться на выполняемой задаче.

На основе анализа функциональных требований построена диаграмма вариантов использования, которая наглядно демонстрирует спектр доступных операций для каждой категории пользователей. Клиенты могут регистрироваться в системе, распоряжаться счетами и картами, открывать кредиты и вклады, а также контролировать историю транзакций. Администратору отведены функции наполнения контентом, а именно редактирование справочной информации о банке, публикация новостей и ведение списка партнёров. Диаграмма показана на рисунке 1.

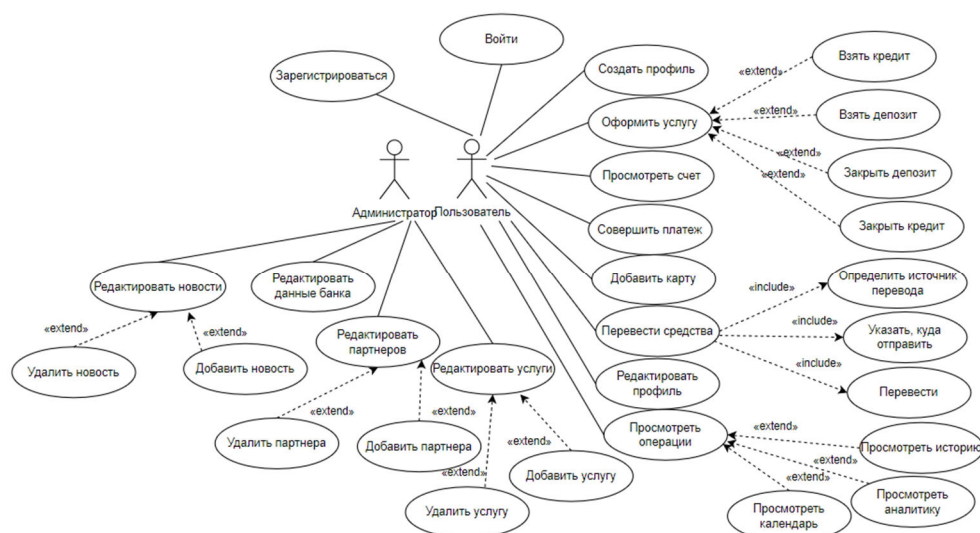


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Разработанная диаграмма вариантов использования визуализирует функциональные требования к приложению, определяя перечень доступных операций для клиента и администратора.

Закключение. Разработанное веб-приложение интернет-банкинга построено на современной клиент-серверной архитектуре с использованием Node.js, React и PostgreSQL. Система автоматизирует управление счетами, картами, кредитами и вкладами, а также предоставляет детализированный контроль истории операций. Ролевая модель разграничивает права клиентов и администраторов, обеспечивая безопасность данных и актуальность публичного контента.

Интуитивно понятный интерфейс и адаптивная вёрстка гарантируют комфортную работу на любых устройствах. Разработанное решение полностью отвечает современным потребностям пользователей в удобном управлении личными финансами.

Список литературы

1. *Introduction in Node.js* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs.org>. Дата доступа: 21.02.2026
2. *TypeScript documentation* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.typescriptlang.org>. Дата доступа: 21.02.2026
3. *PostgreSQL documentation* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org>. Дата доступа: 17.02.2026

UDC 004.774:336.717

WEB APPLICATION FOR INTERNET BANKING WITH A SYSTEM FOR VISUALIZING AND ANALYZING CLIENT FINANCIAL ACTIVITY AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Sokolovsky D.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. of Sci., Professor, Professor of the Department of EPE

Annotation. The key functions of a web application for internet banking designed to automate user interaction with banking services are examined. The platform provides users with an intuitive interface for managing accounts, making payments and transfers, tracking expenses, and arranging financial products. The functional capabilities and architectural features of the solution are described.

Keywords: web application, internet banking, React, TypeScript, PostgreSQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АРЕНДОЙ ПОМЕЩЕНИЙ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Тарасов В.О.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Андриялович И.В. — магистр техники и технологии, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Представлены основные функции веб-приложения для управления арендой помещений торгового центра, обеспечивающего автоматизацию взаимодействия между арендатором и управляющей компанией. Система предоставляет инструменты для просмотра доступных помещений, заключения и сопровождения договоров аренды, контроля платежей, подачи заявок в техническую службу, а также анализа финансовых показателей. Описаны ключевые пользовательские сценарии и архитектурные особенности решения.

Ключевые слова: веб-приложение, аренда помещений, торговый центр, FastAPI, React, TypeScript, PostgreSQL.

Введение. В условиях высокой конкуренции на рынке коммерческой недвижимости эффективное управление арендными отношениями становится критически важным фактором стабильности и прибыльности торгового центра. Традиционные способы взаимодействия с арендаторами – бумажные договоры, электронная почта и разрозненные таблицы – приводят к задержкам в обработке заявок, ошибкам в расчётах и снижению прозрачности процессов.

Цифровизация арендных процессов позволяет повысить управляемость, минимизировать операционные риски и обеспечить арендаторам удобный доступ к информации о договорах, начислениях и состоянии помещений. Веб-приложение выступает в роли единой информационной системы, обеспечивающей централизованное хранение данных и автоматизацию ключевых бизнес-процессов.

Разработка веб-приложения для управления арендой помещений торгового центра является актуальной задачей, поскольку арендаторы ожидают прозрачности расчётов, быстрого реагирования на обращения и возможности удалённого взаимодействия с администрацией.

Основная часть. Система реализована в виде клиент-серверного веб-приложения.

Серверная часть разработана на языке Python с использованием фреймворка FastAPI. Выбор обусловлен высокой производительностью, поддержкой асинхронной обработки запросов (ASGI), встроенной валидацией данных на основе Pydantic и автоматической генерацией OpenAPI-документации. Это позволяет обеспечить строгую типизацию входных и выходных данных, упростить тестирование API и повысить надёжность системы [1].

Клиентская часть реализована с использованием библиотеки React и языка TypeScript. Применение TypeScript обеспечивает статическую типизацию на уровне интерфейса, снижая вероятность ошибок и повышая сопровождаемость кода. React позволяет строить компонентную архитектуру, обеспечивающую переиспользуемость элементов интерфейса и эффективное управление состоянием приложения [2].

Для обеспечения надёжного хранения и обработки данных применяется СУБД PostgreSQL. Реляционная модель позволяет эффективно структурировать информацию об объектах аренды, контрагентах, договорах и платежах, обеспечивая ее целостность на уровне схемы данных. Использование транзакционного механизма гарантирует согласованность изменений, что критически важно для достоверности данных [3].

Разрабатываемое веб-приложение предназначено для комплексного управления арендными отношениями в торговом центре и сопровождает администрацию и арендаторов на всех этапах взаимодействия – от заключения договора до завершения аренды. При первичной регистрации представитель арендатора создаёт учётную запись и указывает информацию об

организации. Администратор системы проверяет данные и предоставляет доступ к функционалу в соответствии с ролью пользователя.

Ключевым функциональным блоком системы выступает управление договорами аренды. Реализовано централизованное хранение договоров с индикацией статуса (действующий, завершённый, архивный), автоматический мониторинг сроков и оповещения о предстоящем окончании действия. Для каждого договора сохраняются параметры помещения и ключевые условия аренды.

Модуль управления помещениями предоставляет детализированный учёт всего имущественного комплекса торгового центра. Для каждого помещения фиксируются его уникальный номер, этаж, площадь, категория и прочие характеристики. В системе ведётся календарь занятости помещений, позволяющий визуальное оценивать загрузку площадей. Администратор может назначать помещению статус «Свободно», «В аренде», «Ремонт» или «Забронировано».

Финансовый блок обеспечивает формирование отчетов, учёт поступлений и контроль задолженности. Пользователь со стороны арендатора получает доступ к информации о произведённых платежах и истории договоров. Администрация торгового центра получает инструменты для формирования отчётности по различным показателям, а визуализация данных в виде таблиц и графиков позволяет проводить анализ и своевременно реагировать на отклонения.

Отдельное внимание уделено обработке заявок и обращений. В системе реализован сервис-деск, позволяющий арендаторам направлять заявки на техническое обслуживание, ремонт или изменение условий эксплуатации помещения. История взаимодействия сохраняется в системе, что обеспечивает контроль качества обслуживания и прозрачность коммуникации.

Информационное взаимодействие между администрацией и арендаторами осуществляется через встроенный модуль уведомлений и сообщений. Система автоматически генерирует оповещения для обеих сторон при наступлении ключевых событий. Дополнительно администрация обладает расширенными возможностями для создания оповещений: доступна как адресная рассылка конкретным арендаторам, так и широковебательные уведомления для всех пользователей системы. Это минимизирует использование разрозненных каналов связи, формирует единое цифровое пространство взаимодействия и гарантирует, что важная информация будет доставлена всем заинтересованным сторонам своевременно.

Интерфейс веб-приложения спроектирован с учётом принципов эргономики и минимизации избыточных действий. Главная панель администратора содержит сводную информацию о количестве активных арендаторов, уровне заполняемости торгового центра и текущей задолженности. Для быстрого доступа к основным разделам предусмотрено меню навигации, включающее разделы «Договоры», «Помещения», «Заявки», «Отчёты», «Профиль». Все ключевые действия сопровождаются понятными формами ввода и контекстными подсказками.

В системе реализована ролевая модель доступа: администратор управляет договорами и финансовыми параметрами, осуществляет контроль платежей, обрабатывает заявки, настраивает уведомления, а арендатор имеет доступ к информации по своим помещениям и договорам, а также к уведомлениям и заявкам. Такой подход обеспечивает разграничение прав и повышает безопасность данных.

При формировании функциональных требований была разработана диаграмма вариантов использования, отражающая основные действия арендатора: регистрация и авторизация, просмотр и составление новых договоров, просмотр заявок, просмотр уведомлений. Диаграмма показана на рисунке 1.

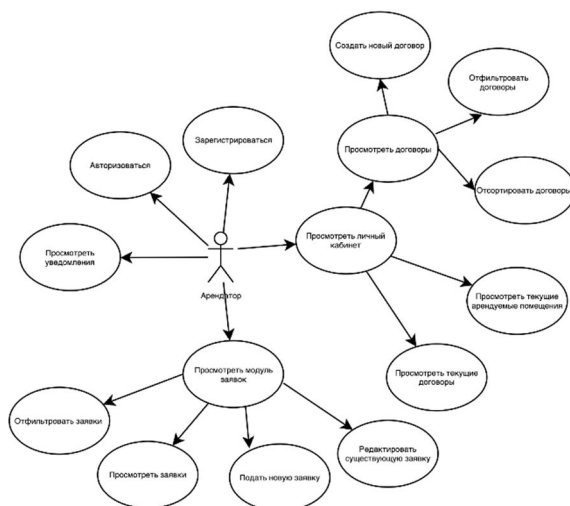


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Диаграмма наглядно показывает функциональные возможности системы, предоставленные арендатору, а также их взаимосвязи.

Заклучение. Разработанное веб-приложение для управления арендой помещений торгового центра обеспечивает автоматизацию ключевых бизнес-процессов и повышает прозрачность взаимодействия между арендатором и управляющей компанией. Использование Python и FastAPI на серверной стороне, а также React и TypeScript на клиентской, позволяет создать масштабируемую, производительную и поддерживаемую систему. Применение PostgreSQL гарантирует надёжное хранение и целостность данных.

Система объединяет функции управления договорами, финансового контроля, обработки заявок и информационного взаимодействия, что делает её эффективным инструментом цифровой трансформации процессов аренды коммерческой недвижимости.

Список литературы

1. FastAPI documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com>. Дата доступа: 17.02.2026
2. React documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://create-react-app.dev/docs/getting-started>. Дата доступа: 17.02.2026
3. Документация к PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/current>. Дата доступа: 17.02.2026

UDC 004.774:334.728

WEB APPLICATION FOR MANAGING SHOPPING CENTER PREMISES RENTAL AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Tarasov V.O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Andriylovich I.V. – Master of Sci., Senior Lecturer of the department of EPE

Annotation. The main functions of a web application for managing retail space rentals in a shopping center are examined. The system automates interactions between tenants and the management company. It provides tools for viewing available premises, concluding and managing lease agreements, monitoring payments, submitting maintenance requests, and analyzing financial performance indicators. Key user scenarios and architectural features of the solution are describe.

Keywords: web application, retail space rental, shopping center, FastAPI, React, TypeScript, PostgreSQL.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ, ЗАЩИТЫ И ПЕРЕДАЧИ НАЛОГОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ И ЭЛЕКТРОННЫХ СЧЕТ-ФАКТУР

Воронов Г.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В условиях цифровизации экономики и ужесточения требований налогового законодательства актуальной становится задача автоматизации документооборота между хозяйствующими субъектами и контролирующими органами. Разрабатываемая информационная система предназначена для автоматизации процессов формирования налоговой отчетности и электронных счет-фактур, обеспечения их криптографической защиты и надежной передачи по телекоммуникационным каналам связи. Внедрение системы позволит минимизировать ошибки «человеческого фактора», сократить время на подготовку отчетов и гарантировать юридическую значимость передаваемых документов.

Ключевые слова: информационная система, налоговая отчетность, электронные счета-фактуры, автоматизация, криптографическая защита, электронный документооборот.

Введение. Современные предприятия независимо от масштаба деятельности обязаны регулярно предоставлять налоговую отчетность и выставять электронные счета-фактуры. Ручное заполнение форм, использование устаревших шаблонов и передача документов через незащищенные каналы связи создают риски штрафов за ошибки, утечки конфиденциальной информации и потери времени. Переход к полностью электронному взаимодействию с налоговыми органами требует создания специализированных инструментов, которые интегрируют в себе функции подготовки документов, их защиты с помощью электронной цифровой подписи (ЭЦП) и безопасной отправки [1].

Основная часть. Процесс сдачи налоговой отчетности и выставления счет-фактур является критически важным для финансовой деятельности предприятия. Традиционный подход, основанный на использовании офисных приложений и отправке документов по обычной электронной почте, не обеспечивает ни юридической значимости, ни должного уровня защиты [2].

Для решения данной проблемы разрабатывается информационная система, которая автоматизирует полный цикл работы с отчетностью. Первым ключевым компонентом системы является модуль формирования документов. Он содержит актуальные шаблоны всех форм налоговой отчетности и структуры электронных счет-фактур в соответствии с последними изменениями законодательства (XML-схемы). Система позволяет автоматически подгружать данные из учетных систем предприятия (бухгалтерского или складского учета) для заполнения полей, что сводит к минимуму риск арифметических или синтаксических ошибок [3].

Вторым важнейшим компонентом является модуль криптографической защиты. Поскольку налоговая отчетность и счета-фактуры относятся к документам строгой отчетности, они должны быть подписаны ЭЦП уполномоченного лица. Данный модуль интегрируется с криптопровайдерами, позволяя накладывать усиленную квалифицированную подпись, шифровать документы при необходимости и проверять целостность подписи получателем. Это гарантирует подлинность документа и защиту от несанкционированного доступа в процессе передачи [4].

Третьим функциональным блоком выступает модуль передачи и обмена. Он обеспечивает подключение к защищенным каналам связи налоговых органов. Система автоматически отправляет подготовленные пакеты документов, отслеживает статусы их доставки (извещения о получении, квитанции о подтверждении даты отправки) и сохраняет всю историю обмена. В случае сбоев связи предусмотрен механизм автоматических повторных попыток отправки [4].

Внедрение такой системы на предприятии дает ряд существенных преимуществ. Во-первых, это снижение трудозатрат бухгалтерии и финансового отдела за счет автоматического формирования рутинной отчетности. Во-вторых, минимизация налоговых рисков: система проверяет документ на соответствие формату до отправки, исключая отказы в приеме отчетности. В-третьих, обеспечение безопасности: использование криптографии гарантирует, что документ не будет изменен или прочитан третьими лицами. Кроме того, централизованное хранение всех подписанных документов и протоколов обмена создает прозрачный и проверяемый архив.

Заключение. Таким образом, разрабатываемая информационная система автоматизации формирования, защиты и передачи налоговой отчетности и электронных счет-фактур является актуальным инструментом для современного предприятия. Она объединяет в себе функции подготовки документов в строгом соответствии с требованиями законодательства, их надежной криптографической защиты и гарантированной доставки в контролирующие органы. Использование такой системы повышает эффективность работы финансовых служб, обеспечивает информационную безопасность и способствует снижению штрафных санкций, что в условиях цифровой трансформации экономики является необходимым условием для стабильной деятельности организации.

Список литературы

1. Ковалев, М.М. Цифровая трансформация экономики / М.М. Ковалев, Г.Г. Головенчик, А.А. Лисовский. Минск: Издательский центр БГУ, 2020.
2. Электронный документооборот в бухгалтерском учете: проблемы перехода [Электронный ресурс] / Ю.А. Голубцова, Н.А. Калущая // Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyy-dokumentooborot-v-buhgalterskom-uchete-problemy-perehoda>. Дата доступа: 20.02.2026.
3. Электронные счета-фактуры [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://nalog.gov.by/actual/el_invoices/. Дата доступа: 01.03.2026.
4. Тимофеев, А. М. Криптографическая защита информации : учеб.-метод. пособие / А. М. Тимофеев. – Минск : БГУИР, 2020.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF FORMATION, PROTECTION AND TRANSMISSION OF TAX REPORTING AND ELECTRONIC INVOICES

Vorana H.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. In the context of the digitalization of the economy and tightening requirements of tax legislation, the task of automating document flow between business entities and regulatory authorities becomes relevant. The developed information system is designed to automate the processes of generating tax reports and electronic invoices, ensuring their cryptographic protection, and reliable transmission via telecommunication channels. The implementation of the system will minimize «human factor» errors, reduce the time spent on preparing reports, and guarantee the legal significance of transmitted documents.

Keywords: information system, tax reporting, electronic invoices, automation, cryptographic protection, electronic document management.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ БРОНИРОВАНИЯ КОВОРКИНГОВ И РАБОЧИХ МЕСТ В ЧАСТНОЙ КОМПАНИИ

Якименко Н.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л. П. – д. т. н., профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены современные веб-приложения для бронирования коворкингов и рабочих мест в условиях гибридного формата занятости. Проведён сравнительный анализ корпоративных систем desk booking и платформ внешних гибких пространств по критериям пользовательского удобства, функциональности, интеграций, уведомлений, аналитики и ценовых моделей. Сформулированы ключевые требования к разработке собственного веб-приложения, включая поддержку карт и фильтрации, механизмы check-in, уведомления, базовую аналитику и интеграцию с корпоративными сервисами.

Ключевые слова: веб-приложение, бронирование рабочих мест, коворкинг, гибридный формат работы, desk booking, корпоративные сервисы, уведомления, check-in, аналитика, гибкие офисные пространства.

Введение. Переход организаций к гибридным моделям занятости существенно изменил подход к использованию офиса: рабочие места и переговорные всё чаще рассматриваются как разделяемый ресурс, а посещение офиса требует предварительной координации. Даже при формальном возврате сотрудников в офис значительная часть команд сохраняет распределённый формат работы. По данным Gallup, для удалённо-пригодных должностей в США преобладает гибридный формат занятости 52%, а полностью удалённо работают 26% сотрудников, что подтверждает устойчивость смешанных режимов труда и необходимость управлять офисным присутствием как переменной величиной [1].

Основная часть. В этих условиях веб-приложения для бронирования рабочих мест и коворкингов становятся важным элементом цифровой инфраструктуры. Для сотрудников они сокращают транзакционные издержки, переводя выбор места, проверку доступности, навигацию по плану и получение уведомлений в единый цифровой сценарий. Для административных функций такие решения обеспечивают управляемость распределения мест, контроль фактического использования, автоматическое высвобождение ресурсов при неявке и аналитику загрузки. Аналогичная логика прослеживается и в решениях крупных поставщиков офисного ПО: Microsoft Places описывает напоминания об отсутствии бронирования, поиск рабочих мест по карте и отображение сведений об оборудовании [2]. Дополнительную значимость теме придаёт рост популярности гибких офисных пространств. Материалы JLL подчёркивают развитие flex-офисов и модели «пространство как услуга», вследствие чего частная компания всё чаще нуждается не только во внутреннем бронировании рабочих мест, но и в доступе к внешним площадкам для сотрудников в разных городах [3].

Для сравнительного анализа уместно различать два класса решений. Первый класс составляют корпоративные системы desk booking, ориентированные на сотрудников и офисы конкретной компании. Второй класс образуют платформы бронирования внешних пространств, функционирующие как маркетплейс или сеть партнёрских площадок. В качестве аналогов выбраны Envoy [2], Robin [4], Eptura, включая Eptura Engage и ранее Condeco [5], а также платформы Deskpase [4] и LiquidSpace [6], по которым доступна публичная документация и независимые пользовательские оценки [7]. Сравнение основано на критериях, отражающих типовые пользовательские и административные задачи: удобство интерфейса, регистрация и авторизация, поиск и фильтрация, процесс бронирования, карты и геолокация, отображение доступности, ценовые модели, отзывы, уведомления, мобильная адаптация, а также аналитика, делегирование и интеграции. Источниками послужили официальные страницы продуктов и справочные центры, а для оценки пользовательского восприятия

использованы Capterra [8], GetApp [6] и Software Advice [7]. При этом рейтинги следует интерпретировать с учётом различий в выборках и того, что часть отзывов отражает не только повседневное использование, но и опыт внедрения [9].

Корпоративные системы бронирования рабочих мест строятся вокруг трёх базовых сущностей: сотрудника, пространства и времени. Поэтому качество пользовательского опыта определяется тем, насколько быстро выполняются вход в систему, поиск подходящего места, бронирование и подтверждение фактического использования. В отличие от публичных сервисов такие решения ориентированы на корпоративную авторизацию и централизованное управление учётными записями. В Envoy интеграция с Microsoft Entra ID описывается как механизм синхронизации каталога сотрудников и поддержки SSO на базе SAML 2.0, что упрощает онбординг и офбординг [6]. Robin также поддерживает SSO через SAML и SCIM для управления жизненным циклом пользователей и групп [10]. Для Eptura Engage подчёркиваются корпоративная направленность, мобильное приложение сотрудника и единое приложение для планирования командных дней и навигации по офису [5].

Пользовательские оценки подтверждают различия в ориентации этих продуктов. У Envoy в Capterra показатель удобства использования достигает 4.8, что указывает на стремление к сценарию самообслуживания сотрудников [9]. У Robin в GetApp общий рейтинг и удобство использования составляют 4.7, что согласуется с позиционированием продукта как повседневного инструмента для бронирования через веб, мобильное приложение и календарные интеграции [11]. У Condeco в экосистеме Eptura средний рейтинг на Software Advice ниже, около 3.9, а удобство использования оценивается примерно в 4.1, что может быть связано с большей сложностью enterprise-внедрения и зависимостью UX от корректности конфигурации [12].

Ключевое значение в корпоративных системах имеют поиск и фильтрация. Envoy использует визуальную модель плана офиса, атрибуты рабочего места и отображение расположения коллег [6]. Robin делает акцент на интерактивной карте офиса и бронировании непосредственно с плана, что сокращает количество шагов в сценарии быстрого выбора места [10]. Eptura Engage предлагает фильтрацию по локации, типу места и оснащению рабочего места, что важно в случаях, когда сотруднику требуется определённая конфигурация, например монитор, док-станция или тихая зона [5].

Сам процесс бронирования в корпоративных продуктах обычно дополняется политиками и автоматизацией. Envoy предлагает единый интерфейс для бронирования столов, переговорных и парковки, а также умные напоминания и автоосвобождение мест при неявке [6]. Для корпоративных сценариев важна и возможность бронирования от имени сотрудников [6]. Robin поддерживает уведомления и напоминания о check-in, включая push-уведомления и интеграции с рабочими инструментами [10]. Eptura Engage выделяет автоматизацию check-in через пропускные системы и датчики занятости, а также аналитику востребованности пространств [5]. Дополнительно возрастает роль уведомлений как части управляемой рабочей среды. Envoy поддерживает email, SMS, push и интеграции с мессенджерами [6], Robin позволяет настраивать уведомления на уровне пользователя и администратора [10], а Eptura Engage рассматривает мобильные уведомления как элемент командного взаимодействия [5].

С административной точки зрения корпоративные решения различаются глубиной сервисного контура. Envoy акцентирует замену разрозненных инструментов единым контуром бронирования и превращение событий бронирования в аналитику посещаемости [6]. Robin, по данным GetApp, сочетает карты, аналитику использования и аппаратные сценарии визуализации доступности [10]. Eptura Engage расширяет бронирование сервисами для посетителей, кейтеринга и AV-поддержки, что может быть преимуществом для сложных офисных сценариев, но одновременно повышает сложность администрирования [5].

Платформы внешних пространств решают иную задачу: предоставить сотруднику рабочее место вне корпоративного офиса при сохранении контроля расходов и качества. Deskmapp предлагает сценарии Instant Workspace и Teams, позволяя бронировать столы, переговорные и офисы в сети площадок в разных городах. На публичных страницах продукт описывается формулой «search, book, check-in», что подчёркивает ориентированность на быстрый и предсказуемый пользовательский путь [7]. LiquidSpace позиционируется шире: как

платформа доступа к пространствам по запросу и одновременно инструмент управления гибридными программами и корпоративной недвижимостью [4].

Регистрация в системах внешних пространств обычно проще, чем в корпоративных приложениях. LiquidSpace допускает создание аккаунта через email, LinkedIn и Google, а также управление бронированиями, рейтингами и платёжными данными в личном кабинете [4]. Deskplass предлагает упрощённый онбординг через выбор подходящего плана и ввод персональных данных. Для частной компании это означает более низкий порог входа для пользователя, но более слабую связь с корпоративной идентичностью по сравнению с SSO-моделью [7].

Поиск в таких платформах строится прежде всего вокруг географии и характеристик пространства. Deskplass подчёркивает наличие локаций рядом с пользователем или в выбранном городе и отображение доступности каждой площадки [7]. LiquidSpace делает акцент на поиске пространства в конкретном городе, просмотре материалов, избранном и связи с владельцами площадок [4]. В отличие от корпоративных систем, где карта помогает выбрать место внутри офиса, здесь геолокация становится основным механизмом поиска самого пространства [2].

Существенным критерием выступает и характер бронирования. Для Deskplass преобладает сценарий мгновенной резервации и check-in, что особенно важно при спонтанной потребности в рабочем месте [7]. LiquidSpace предполагает более управляемый процесс, при котором оператор пространства получает запросы и администрирует бронирования через портал, что в ряде случаев означает необходимость подтверждения. Для корпоративного пользователя это создаёт компромисс между скоростью бронирования и контролем со стороны площадки [4].

Ценовые модели внешних платформ ближе к электронной коммерции. Deskplass использует pay-as-you-go без долгосрочных обязательств, что удобно для компаний с неравномерным спросом. В версии Deskplass Teams акцентируются бюджетные ограничения, консолидированное выставление счетов и отчётность [7]. LiquidSpace, напротив, интегрирует платёжные механизмы в более широкий корпоративный контур, а сведения о цене на Software Advice указываются как предоставляемые по запросу, что типично для B2B-решений с кастомизацией [8]. Значимым элементом доверия становятся и отзывы. Для LiquidSpace на Software Advice представлен общий рейтинг 4.6 и удобство использования 4.7 [8]. Для Deskplass отзывы доступны в магазинах приложений и в основном подчеркивают удобство поиска и бронирования, хотя такие оценки скорее иллюстрируют восприятие интерфейса, чем дают формальную характеристику качества сети площадок [7].

Сравнение аналогов позволяет выделить несколько устойчивых тенденций. Во-первых, развивается модель единого окна управления ресурсами. Envoу прямо связывает бронирование столов, переговорных и парковки с аналитикой посещаемости [6], а Microsoft Places показывает ту же интеграционную логику в связке с календарём и напоминаниями [2]. Во-вторых, визуализация доступности становится обязательным UX-стандартом. Карты, планы этажей и фильтры по атрибутам рабочего места присутствуют у Envoу [6], Robin [10] и Eptura Engage [5], поэтому текстового списка мест для современного решения уже недостаточно [2]. В-третьих, усиливается автоматизация дисциплины использования через check-in, напоминания и auto-release. Эту логику демонстрируют Envoу [6], Microsoft Places [2] и Eptura Engage [5], что показывает необходимость включать в проектирование не только сам интерфейс бронирования, но и механизм подтверждения фактического присутствия [6]. В-четвёртых, возрастает значение многоканальных уведомлений и интеграции в рабочие коммуникации. Envoу поддерживает email, SMS, push и интеграции [6], Robin формализует настройку уведомлений [10], что делает уведомления управляемой системой событий, а не второстепенной функцией. В-пятых, заметно усиливается роль данных и аналитики. Envoу использует данные бронирований для корректировки политик и планировок [6], Robin предоставляет аналитические показатели использования [10], а LiquidSpace связывает аналитику с оптимизацией стоимости и загрузки пространств [8]. Наконец, формируется гибридная экосистема пространств, в которой внутренние офисы дополняются внешними площадками. Deskplass Teams предлагает для этого бюджеты, консолидированный биллинг и отчётность [7], а LiquidSpace сочетает доступ к on-demand пространствам с управлением

гибридными программами [4]. Рост спроса на флех-офисы, фиксируемый JLL, делает такую модель всё более распространённой [3].

Заключение. Анализ показывает, что современные системы бронирования рабочих мест стали комплексными инструментами управления офисной средой. Корпоративные решения сильны в интеграции, автоматизации и аналитике, а внешние платформы расширяют доступ к гибким пространствам, но обычно дополняют внутренние системы, а не заменяют их [7], [4]. Поэтому при разработке собственного веб-приложения ключевыми остаются интеграции, визуализация доступности мест, уведомления, check-in и базовая аналитика [6].

Список литературы

1. Gallup. Indicator: Hybrid Work [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gallup.com/401384/indicator-hybrid-work.aspx>. – Дата доступа: 13.03.2026.
2. Microsoft. AI brings new life to flexible work with Microsoft Places [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2024/05/13/ai-brings-new-life-to-flexible-work-with-microsoft-places/>. – Дата доступа: 13.03.2026.
3. JLL. Space as a Service: Flexible Office Space in 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jll.com/en-au/insights/space-as-a-service-flexible-office-space-in-2024>. – Дата доступа: 13.03.2026.
4. Envoy. Resource Booking; Hot Desk Booking Software; Microsoft Entra ID Integration; Desks; About Envoy Notifications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://envoy.com/products/resource-booking> ; <https://envoy.com/products/hot-desk-booking-software> ; <https://envoy.com/integrations/microsoft-entra-id> ; <https://envoy.help/en/collections/2602507-desks> ; <https://envoy.help/en/articles/10361816-about-envoy-notifications>. – Дата доступа: 13.03.2026.
5. Robin. Enabling single sign-on via SAML 2.0; Manage your notifications; Manage your desk check-in notifications; Robin Powered [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.robinpowered.com/hc/en-us/articles/205893636-Enabling-single-sign-on-via-SAML-2-0> ; <https://support.robinpowered.com/hc/en-us/articles/15273883828365-Manage-your-notifications> ; <https://support.robinpowered.com/hc/en-us/articles/37556522497165-Manage-your-desk-check-in-notifications> ; <https://www.getapp.com/operations-management-software/a/robin-powered/> ; https://play.google.com/store/apps/details?hl=en_US&id=com.robinpowered.compass. – Дата доступа: 13.03.2026.
6. Eptura. Eptura Engage; Desk Booking Software; Planning Collaboration; Condeco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eptura.com/our-platform/eptura-engage/> ; <https://eptura.com/our-platform/workplace-experience-software/desk-booking-software/> ; <https://eptura.com/our-platform/workplace-experience-software/planning-collaboration/> ; <https://eptura.com/condeco/>. – Дата доступа: 13.03.2026.
7. Deskpss. Deskpss; Teams; Pricing; Deskpss App [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deskpss.com/solutions/teams> ; <https://www.deskpss.com/pricing> ; <https://apps.apple.com/us/app/deskpass/id1006748184> ; <https://apps.apple.com/nz/app/deskpass/id1006748184>. – Дата доступа: 13.03.2026.
8. LiquidSpace. LiquidSpace; Mobile; How it Works; Signing Up [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://liquidspace.com/> ; <https://liquidspace.com/how-it-works> ; <https://support.liquidspace.com/hc/en-us/articles/204395355-Signing-up>. – Дата доступа: 13.03.2026.
9. Capterra. Envoy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.capterra.com/p/143721/Envoy/>. – Дата доступа: 13.03.2026.
10. GetApp. Robin Powered [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.getapp.com/operations-management-software/a/robin-powered/>. – Дата доступа: 13.03.2026.
11. Software Advice. Condeco Desk Booking Software Profile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.softwareadvice.com/project-management/condeco-desk-booking-software-profile/>. – Дата доступа: 13.03.2026.
12. Software Advice. Workplace Manager Profile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.softwareadvice.com/meeting-room/workplace-manager-profile/>. – Дата доступа: 13.03.2026.

UDC 004.9:005.93

COMPARATIVE ANALYSIS OF WEB APPLICATIONS FOR BOOKING COWORKING SPACES AND WORKPLACES IN A PRIVATE COMPANY

Yakimenko N.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L. P. – Dr. of Sci. (Tech.), Professor at the Department of EPaE

Annotation. Modern web applications for booking coworking spaces and workplaces in the context of hybrid employment are considered. A comparative analysis of corporate desk booking systems and external flexible workspace platforms is carried out according to the criteria of user convenience, functionality, integrations, notifications, analytics, and pricing models. The key requirements for developing a proprietary web application are formulated, including support for maps and filtering, check-in mechanisms, notifications, basic analytics, and integration with corporate services.

Keywords: web application, workplace booking, coworking, hybrid work format, desk booking, corporate services, notifications, check-in, analytics, flexible office spaces.

КОНВЕЙЕР ОБРАБОТКИ ПОЗЫ И НОРМАЛИЗАЦИЯ КООРДИНАТ В AR-ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ПРИМЕРКИ ОДЕЖДЫ

Заяц А.А.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: Прудник А.М. – к. т. н, доцент кафедры ИПиЭ;

Ильясова М.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрена архитектура конвейера обработки видеокадров в Android-приложении для виртуальной примерки одежды. Описаны методы нормализации координат ключевых точек тела, обеспечивающие корректное отображение 3D-моделей на устройствах с различным разрешением экрана. Приведены результаты тестирования на нескольких моделях смартфонов.

Ключевые слова: дополненная реальность, распознавание позы, нормализация координат, скелетная анимация, CameraX, ML Kit, Kotlin, Android.

Введение. Технологии дополненной реальности (AR) постепенно занимают своё место в розничной торговле, позволяя покупателю оценить товар до покупки [1]. Главная техническая сложность при переносе AR на мобильные устройства – огромный разброс экранных разрешений и пропорций. Нейросеть выдаёт координаты ключевых точек тела в пикселях конкретного кадра, и если не привести их к единой системе, виртуальная одежда на одном телефоне будет позиционироваться корректно, а на другом – сместится относительно фигуры пользователя.

Существующие сервисы, например IDM VTON [2], обрабатывают изображение на удалённом сервере, что порождает заметную задержку и не поддерживают взаимодействие в реальном времени. В настоящей статье описывается локальный конвейер обработки видеопотока, реализованный в приложении виртуальной примерочной для магазина с атрибутикой Минского автомобильного завода (МАЗ) [3]. Особое внимание уделено алгоритму нормализации двумерных координат и их проецированию на скелет 3D-модели одежды.

Основная часть. В качестве среды разработки использовалась Android Studio, язык программирования – Kotlin. Альтернативный вариант на базе движка Unity был отвергнут из-за дополнительных накладных расходов при обращении к камере. Графический интерфейс реализован средствами декларативного фреймворка Jetpack Compose [4], который заменил классическую XML-разметку экранов и упростил управление состояниями. Внешний вид главного экрана приложения показан на рисунке 1.

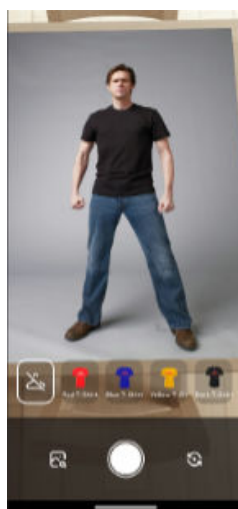


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс приложения

Обработка каждого кадра проходит три последовательных этапа. На первом этапе класс CameraXViewModel формирует два объекта UseCase из библиотеки CameraX [5]: Preview для предварительного просмотра и ImageAnalysis для анализа кадров. ImageAnalysis использует стратегию KEEP_ONLY_LATEST, а выбор разрешения делегирован ResolutionSelector. Метод bindToCamera связывает оба UseCase с жизненным циклом Activity.

На втором этапе кадр поступает в класс AndroidPoseDetector – обёртку над библиотекой Google ML Kit Pose Detection [6]. В зависимости от источника изображения детектор работает в режиме STREAM_MODE (камера) или SINGLE_IMAGE_MODE (фотография из галереи). Метод processImage преобразует входной PlatformImage в формат InputImage с учётом поворота сенсора и запускает асинхронный анализ. Результатом является массив ключевых точек тела – плечи, локти, бёдра – с координатами в пикселях исходного кадра.

Третий этап – нормализация координат. Пиксельные значения напрямую зависят от физического разрешения камеры, и без пересчёта позиция 3D-модели оказывается некорректной на устройствах с иным соотношением сторон. В функции convertToBones рассчитывается вектор масштабирования maxValue: его компоненты x и y равны отношению фиксированных опорных констант к ширине и высоте кадра соответственно. Далее координаты каждой точки покомпонентно умножаются на maxValue, а компонента z обнуляется, поскольку наложение одежды происходит в плоскости камеры.

Для определения положения виртуальной футболки вспомогательная функция average вычисляет среднее двух трёхмерных точек, что позволяет получить центр плечевого пояса и центр бёдер. Угол наклона корпуса находится функцией calculateAngle: она принимает две точки, рассчитывает арктангенс отношения разности их y-координат к разности x-координат, добавляет смещение 90° и переводит результат в радианы. Полученные значения Position и Rotation передаются движку SceneView [7], который в режиме реального времени деформирует скелет 3D-модели футболки (рисунок 2).

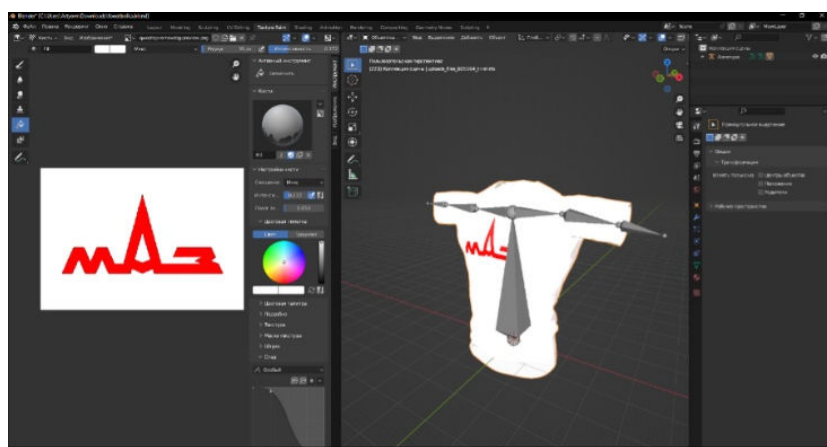


Рисунок 2 – 3D-модель футболки с атрибутикой MAZ и встроенный скелет в среде Blender

Трёхмерные модели футболок подготовлены в редакторе Blender, выбранном благодаря открытому исходному коду и удобным средствам настройки скелетной анимации. Каждая модель содержит иерархию костей: корневая кость устанавливается в центр торса, а дочерние кости отвечают за плечи и нижнюю часть. При поступлении новых данных от нейросети корневая кость перемещается, а дочерние поворачиваются на вычисленные углы, что обеспечивает визуально плавную деформацию ткани.

Тестирование проводилось на трёх устройствах с разрешениями экрана 1080×2400, 1080×2340 и 720×1600 пикселей. Без нормализации горизонтальное отклонение модели от ожидаемого положения достигало 18 %, вертикальное – 12 %. Наибольшая погрешность наблюдалась на устройстве с разрешением 720×1600, имеющем нестандартное соотношение сторон 20:9. После внедрения описанного коэффициентного пересчёта максимальное отклонение не превысило 2 % ни на одном из устройств. Среднее время обработки одного кадра составило около 35 мс, что соответствует частоте обновления приблизительно 28 кадров

в секунду – этого достаточно для визуально плавного наложения одежды при типичных движениях пользователя перед камерой.

Дополнительно было отмечено, что точность распознавания ключевых точек заметно зависит от условий освещённости и расстояния пользователя до камеры. При слабом освещении детектор ML Kit периодически терял отдельные точки на один-два кадра, из-за чего 3D-модель кратковременно дёргалась. Для смягчения этого эффекта в конвейер был добавлен промежуточный буфер, который сохраняет координаты последнего успешного распознавания и подставляет их вместо отсутствующих данных. Оптимальная дистанция между пользователем и устройством в ходе экспериментов составила от 50 до 120 сантиметров: при меньшем расстоянии фигура выходила за границы кадра, при большем – падала детализация точек и ухудшалась точность наложения. Данное ограничение было учтено в интерфейсе приложения: пользователю выводится текстовая подсказка с просьбой отойти или приблизиться к камере. Кроме того, на устройствах с фронтальной камерой разрешением ниже 5 мегапикселей время обработки возрастало до 42 мс на кадр, что тем не менее оставалось в допустимых пределах для комфортного использования.

Заключение. В работе представлен трёхэтапный конвейер обработки видеопотока для мобильного AR-приложения виртуальной примерки одежды с атрибутикой МАЗ. Коэффициентная нормализация координат снизила ошибку позиционирования 3D-модели с 18 % до 2 % при смене устройства. Связка библиотек CameraX, ML Kit и SceneView обеспечивает задержку около 35 мс на кадр, достаточную для комфортного восприятия. Предложенный подход может быть перенесён на другие категории товаров, включая головные уборы и аксессуары, при условии дополнения модели соответствующими ключевыми точками. В дальнейшем планируется реализовать временной фильтр координат для подавления колебаний модели, расширить каталог доступной атрибутики предприятия, а также добавить функцию экспорта снимков примерки в социальные сети.

Список литературы

1. Kipper G. *Augmented Reality* / G. Kipper, J. Rampolla. – Waltham: Syngress, 2013. – 176 p.
2. Прорывная технология IDM VTON [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://idmvton.com/ru>. Дата доступа: 01.03.2026.
3. Пальчевский, М. Д. Мобильное приложение для виртуальной примерки одежды с использованием ar-технологий = *Mobile application for virtual fitting of clothes using ar-technology* / М. Д. Пальчевский, А. А. Заяц, К. Р. Лыфарь // Электронные системы и технологии : сборник материалов 61-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 21–25 апреля 2025 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2025. – С. 539–541.
4. Jetpack Compose [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/compose>. Дата доступа: 01.03.2026.
5. Официальная документация CameraX [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/media/camera/camerax/overview>. Дата доступа: 01.03.2026.
6. ML-Kit Pose Detection [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>. Дата доступа: 01.03.2026.
7. SceneView Android [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/SceneView/scenview-android>. Дата доступа: 01.03.2026.

UDC 004.932:004.42

POSE ESTIMATION PIPELINE AND COORDINATE NORMALIZATION IN AN AR APPLICATION FOR VIRTUAL CLOTHING FITTING

Zayats A.A.

National Children's Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Prudnik A.M. – Cand. of Sci. (Tech.), Associate Professor at the Department of EPE;

Ilyasova M.S. – M.Sc. (Tech.), Assistant at the Department of EPE

Annotation. The architecture of a video frame processing pipeline in an Android application for virtual clothing fitting is described. Body landmark coordinate normalization methods ensuring correct 3D model rendering on devices with varying screen resolutions are presented. Test results on several smartphone models are provided.

Keywords: augmented reality, pose estimation, coordinate normalization, skeletal animation, CameraX, ML Kit, Kotlin, Android.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО СОЗДАНИЮ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ И РЕКЛАМЫ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Жигало В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – к. г. н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе представлена разработка веб-приложения для создания маркетинговой стратегии и управления рекламными бюджетами в цифровых рекламных платформах. Система обеспечивает автоматизацию пополнения рекламных кабинетов и обновления статистики рекламных кампаний. Реализован личный кабинет пользователя для управления рекламными аккаунтами, просмотра статистики рекламных кампаний и отправки материалов на премодерацию. Разработанное веб-приложение способствует упрощению управления рекламой и повышению прозрачности финансовых операций.

Ключевые слова: веб-приложение, цифровая реклама, рекламные кампании, автоматизация, AdBilling.

Введение. Интернет-реклама один из ключевых инструментов продвижения товаров и услуг. Современные компании активно используют рекламные платформы, такие как Google Ads, Meta Ads и TikTok Ads, для привлечения клиентов и увеличения продаж [1]. Однако управление рекламными бюджетами и взаимодействие с несколькими рекламными сервисами связано с некоторыми трудностями, включая необходимость проведения валютных операций, анализа статических данных и соблюдения требований рекламных платформ.

Разработанная система представляет собой веб-приложение «AdBilling», предназначенное для автоматизации процессов управления рекламой. В системе реализован личный кабинет пользователя, позволяющий управлять рекламными аккаунтами, просматривать статистику рекламных кампаний и отправлять рекламные материалы на премодерацию. Использование единой платформы позволяет упростить управление рекламой и обеспечить удобное взаимодействие пользователя с системой.

Основная часть. При проектировании веб-приложения для создания маркетинговой стратегии и рекламы учитывались особенности работы пользователей с рекламными платформами. При запуске и анализе рекламных кампаний пользователю необходимо работать с финансовыми операциями, статистическими показателями и настройками рекламных аккаунтов [2]. Большое количество информации и действий усложняет процесс работы. В связи с этим, при разработке системы особое внимание уделялось логичности интерфейса, последовательности пользовательских действий и удобству навигации [3].

Разработанная система «AdBilling» предназначена для объединения основных операций, связанных с управлением рекламой, в одном веб-приложении. Пользователь получает доступ к личному кабинету, где может просмотреть баланс и историю операций, а также управлять подключёнными рекламными аккаунтами. Кроме того, система предоставляет возможность отправки рекламных материалов на предварительную проверку администраторами, что позволяет снизить риск блокировки рекламных кампаний из-за несоответствия правилам рекламных платформ [4].

Важной функцией разработанного веб-приложения является поддержка операции расчёта стоимости пополнения рекламного бюджета. Пользователь вводит сумму платежа и выбирает рекламную платформу, после чего система автоматически выполняет расчёт с учётом курса валют и комиссии. После подтверждения операции создается заявка на пополнение рекламного аккаунта, а информация о платеже сохраняется в базе данных и отображается в истории транзакций пользователя.

Для реализации разработанной системы выбран набор современных веб-технологий. Пользовательский интерфейс создаётся с применением языков разметки и стилей HTML и CSS, которые определяют структуру и внешний вид страниц [5]. Язык JavaScript применяется

для реализации интерактивных элементов интерфейса и обработки действий пользователя. Серверная часть веб-приложения разработана на языке программирования C# с использованием платформы ASP.NET [6]. В качестве системы управления базами данных используется SQL Server, обеспечивающий хранение информации о пользователях, рекламных аккаунтах и финансовых операциях. Применение данного технологического стека позволило создать надёжное и масштабируемое веб-приложение для управления рекламными кампаниями.

Заключение. Разработанное веб-приложение «AdBilling» предназначено для автоматизации управления рекламой и взаимодействия пользователей с популярными рекламными платформами. Реализация единого личного кабинета позволяет централизованно выполнять финансовые операции, управлять рекламными аккаунтами и просматривать статистику рекламных кампаний. Использование технологий HTML, CSS, JavaScript, C#, а также системы управления базами данных SQL Server обеспечивает функциональность интерфейса, обработку пользовательских запросов и надёжное хранение данных. Разработанное веб-приложение упрощает процесс работы с рекламными сервисами и помогает эффективно управлять рекламными кампаниями.

Список литературы

1. *Comparative Analysis of Advertising Platforms: Google, Meta, and TikTok* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.adquadrant.com/resources/comparative-analysis-of-advertising-platforms-google-meta-and-tiktok>. Дата доступа: 27.02.2026
2. *Реклама в TikTok – запуск и возможности* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://holostenko.ua/smm/tiktok>. Дата доступа: 27.02.2026
3. *Эргономичность пользовательских web-интерфейсов через призму юзабилити* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ergonomichnost-polzovatelskih-web-interfeysov-cherez-prizmu-yuzabiliti/viewer>. Дата доступа: 27.02.2026
4. *Нормы рекламной деятельности* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://transparency.meta.com/ru-ru/policies/ad-standards/>. Дата доступа: 27.02.2026
5. *Язык гипертекстовой разметки HTML* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kunegin.com/ref3/ap_ip4/html.html/. Дата доступа: 27.02.2026
6. *Введение в ASP.NET Core* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/aspnet6/1.1.php>. Дата доступа: 27.02.2026

UDC 004.774:659.1

WEB APPLICATION FOR CREATING MARKETING STRATEGY AND ADVERTISING AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Zhyhala V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Department Telesh I.A. – Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of EPE

Annotation. The work presents the development of a web application for creating a marketing strategy and managing advertising budgets on digital advertising platforms. The system automates the replenishment of advertising accounts and updates advertising campaign statistics. A user dashboard is provided for managing advertising accounts, viewing advertising campaign statistics, and submitting materials for pre-moderation. The developed web application simplifies advertising management and increases the transparency of financial transactions.

Keywords: web application, digital advertising, advertising campaigns, automation, AdBilling.

УДК 614.841.3:621.3

ФЛАЖКОВЫЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКТИВАТОРА ХИМИЧЕСКОГО ОГНЕТУШИТЕЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дулебенец Д.М. Ковалик Д.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Телеш И.А. – к.г.н., доцент, доцент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Предложена конструкция в виде флажкового предохранителя с пружинным механизмом для электромеханического активатора химического огнетушителя в целях локального подавления очага возгорания непосредственно на уровне печатных плат и элементов электрических цепей в электронном оборудовании.

Ключевые слова: пожарная безопасность, флажковый предохранитель с пружинным механизмом, электромеханический активатор.

Введение. Обеспечение пожарной безопасности является важным условием надежной и безопасной работы промышленных объектов.

Средства пожаротушения – это комплекс технических устройств для локализации или ликвидации пожара. Они делятся на стационарные установки, среди которых автоматические или ручные: водяные, газовые, порошковые, аэрозольные. Однако, например, применение водяных систем пожаротушения на объектах, работающих с электронным оборудованием, ограничено из-за риска повреждения такого оборудования.

В связи с этим актуальной задачей является разработка компактных устройств, обеспечивающих локальное подавление очага возгорания непосредственно в зоне его возникновения, например, на печатных платах или в блоках электропитания. Одним из решений данной задачи является применение электромеханического активатора – устройства, предназначенного для приведения в действие химического огнетушителя за счёт преобразования электрического сигнала в механическое воздействие, инициирующее высвобождение огнетушащего вещества. Использование таких активаторов позволяет обеспечить быстрое и адресное срабатывание системы пожаротушения непосредственно в месте возникновения пожара.

Основная часть. Уже существующие электромеханические активаторы в виде плавких трубок и пакетов с реактивом, способны переплавляться непосредственно в начале горения и взаимодействии с открытым огнём, а также при достижении небольших по значению температур ($<80^{\circ}\text{C}$) [1]. Разработанная схема флажкового предохранителя с пружинным механизмом для химического огнетушителя предполагает срабатывание механизма уже в момент перегорания предохранителя и засыпания или заполнения газом CO_2 области с возможным источником возгорания.

Флажковый предохранитель с пружинным механизмом изображен на рисунке 1. Принцип работы предполагаемого устройства **основан** на использовании простого предохранителя, содержащего плавкую проволоку, которая перегорает при превышении допустимой силы тока (температура $200 - 600^{\circ}\text{C}$). Ввиду высокой температуры таких элементов становится невозможной установка стандартных или уменьшенных копий уже существующих автоматических огнетушителей.

Как показано на рисунке 1, боек – 1, пружина – 2 и фиксатор – 3 электромеханического активатора крепятся к плавкому элементу – 4 в предохранителе, сверху фиксируется баллончик с газом CO_2 или, как показано на рисунке 2, пластинка со стеклянной перегородкой – 2, сеткой – 3 и порошковым огнетушащим веществом. При переправлении предохранителя боек – 1 ударяет и пробивает фольгированную часть баллончика или стеклянную перегородку – 2 и область задувается плотным потоком газа CO_2 или засыпается порошком. Это предотвращает

дальнейшее возгорание пыли или иного горючего вещества, а также дальнейшее распространение пламени.

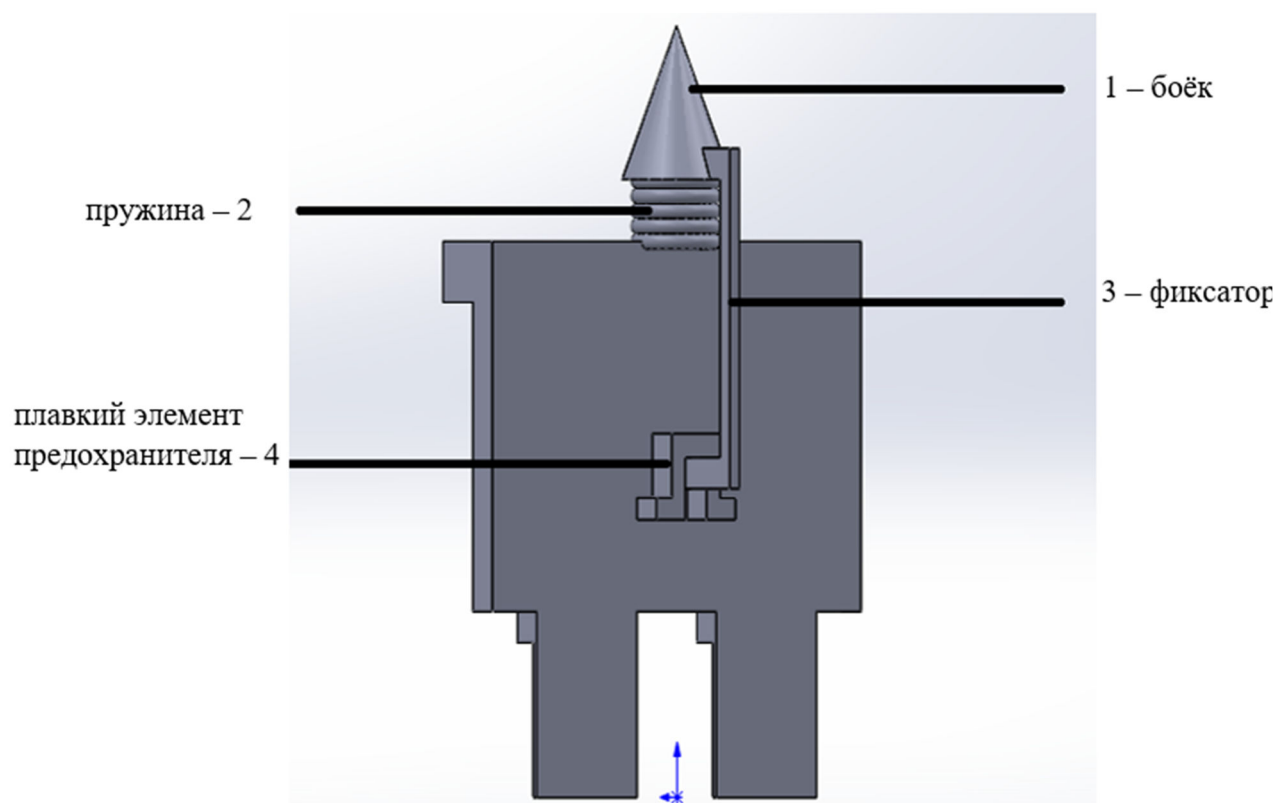


Рис 1. – Флажковый предохранитель с пружинным механизмом: боёк – 1, пружина – 2, фиксатор – 3, плавкий элемент предохранителя – 4.

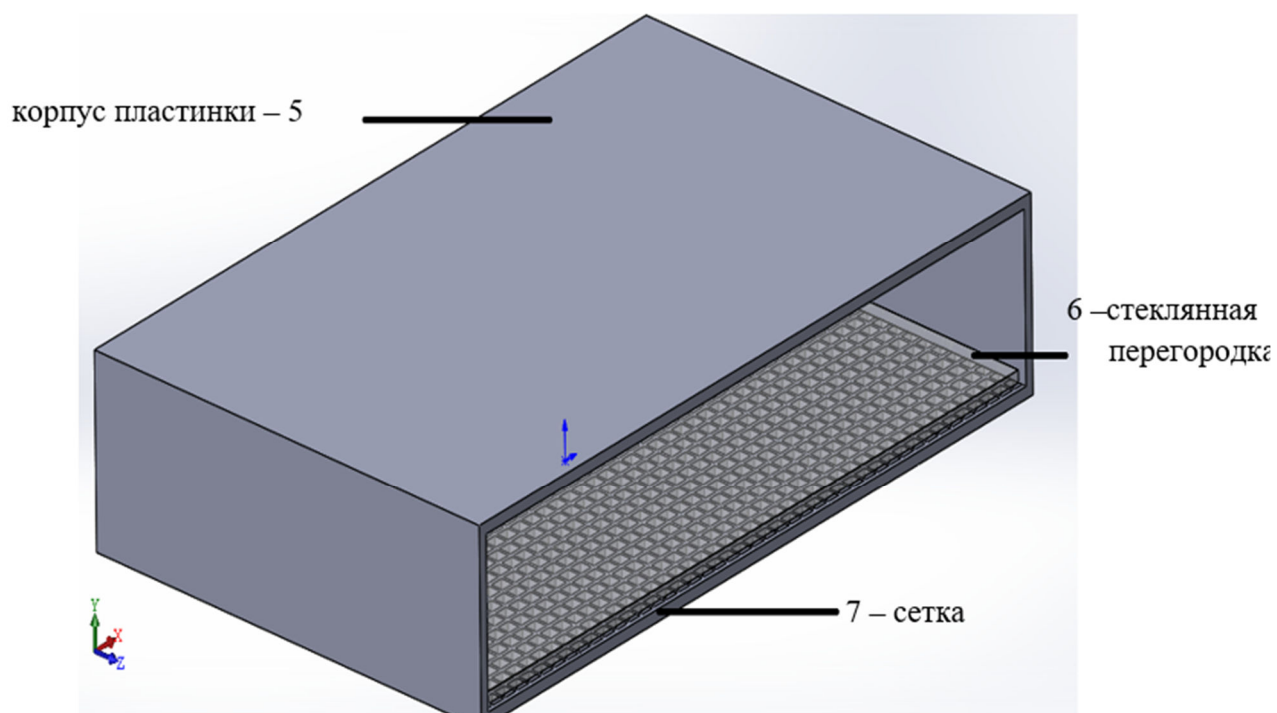


Рис. 2 – Пластика со стеклянной перегородкой: корпус пластики – 5, стеклянная перегородка – 6, сетка – 7.

Альтернативный разработанный вариант схемы требует разработки малого элемента по принципу схожего с баллончиком, но с закачанной внутрь химической пеной. И при

переправлении предохранителя пробка, удерживающая вещество, также переплавится или откроется под давлением без упора в плавкий элемент – 4, и область будет залита пожаротушащей смесью.

Принимая во внимание конструкционные особенности, а также требования к надежности и точности установки флажкового предохранителя к устройству, предполагается его применение преимущественно на особо пожароопасных объектах. К таким объектам можно отнести электронное оборудование, технологическое оборудование, используемое в энергетических системах, а также установки, связанные с работой с химически опасными веществами и другие отрасли, требующие повышенного уровня обеспечения пожарной безопасности [2].

Закключение. Предложена конструкция флажкового предохранителя с пружинным механизмом для электромеханического активатора химического огнетушителя, в целях локального подавления очагов возгорания в электронном оборудовании. Принцип работы устройства основан на использовании плавкого предохранителя в качестве инициирующего элемента, который при перегреве или аварийном режиме работы электрической цепи активирует ударный механизм и обеспечивает выпуск огнетушащего вещества в область возможного возгорания.

Предложенное решение позволяет использовать его как компактное средство локального пожаротушения, которое может устанавливаться непосредственно на печатные платы или элементы электрических цепей.

Применение предложенной конструкции флажкового предохранителя может способствовать повышению уровня пожарной безопасности критически важного оборудования и снизить риск распространения возгорания в энергетических, промышленных системах, а также на предприятиях с применением электронного оборудования.

Список литературы

1. Петров Д.А., Сидоров М.Н. *Современные системы автоматического пожаротушения для защиты электрооборудования.* – СПб.: Профессия, 2022.
2. Иванов А.В., Кузнецов С.П. *Пожарная безопасность электрооборудования и электронных систем.* – М.: Инфра-Инженерия, 2023.

UDC 614.841.3:621.3

FLAG-TYPE SAFETY DEVICE FOR AN ELECTROMECHANICAL ACTIVATOR OF A CHEMICAL FIRE EXTINGUISHER FOR FIRE SAFETY

Dulebenetz D.M., Kovalik D.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh I.A. – Cand. of Sci., Associate Professor of the Department of EPE

Annotation. A design in the form of a flag-type safety device with a spring mechanism for an electromechanical activator of a chemical fire extinguisher is proposed. The device is intended for local suppression of a fire source directly at the level of printed circuit boards and elements of electrical circuits in electronic equipment.

Keywords: fire safety, flag-type safety device with a spring mechanism, electromechanical activator.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РЕЕСТРОМ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В АПТЕКЕ

Лисовский О. Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Целью данной работы является эргономическое проектирование веб-сервиса, предназначенного для мониторинга и анализа цифровых активов в режиме реального времени. В работе решаются задачи агрегации данных из различных блокчейн-сетей и *DeFi*-протоколов, разработки системы превентивных уведомлений о рисках и создания интуитивно понятного интерфейса для визуализации структуры портфеля. Создаваемый сервис позволяет минимизировать когнитивную нагрузку на пользователя и повысить эффективность управления капиталом за счет централизации разрозненной финансовой информации.

Ключевые слова: веб-приложение, автоматизация учета, *Java*, *Spring Boot*, лекарственные препараты.

Введение. В современной фармацевтической деятельности управление реестром лекарственных препаратов в аптеке представляет собой сложную организационную и аналитическую задачу. Основная проблема заключается в необходимости одновременного учета множества параметров: наименования препаратов, их дозировок, производителей, серий, сроков годности и актуальных цен. Фармацевты и заведующие аптеками вынуждены вести учет с использованием разрозненных инструментов – от бумажных журналов до табличных процессоров, что неизбежно ведет к задержкам в получении информации о наличии препаратов и повышает риск реализации просроченных лекарств. Существующие программные решения зачастую либо избыточно сложны и дороги для небольших аптек, либо не обеспечивают автоматизированного контроля критических показателей, таких как истекающие сроки годности. В связи с этим возникает необходимость в разработке специализированного веб-приложения, способного централизовать данные о лекарственных препаратах и предоставлять сотрудникам аптеки актуальную информацию о состоянии товарных запасов.

Таким образом, разработка веб-приложения для контроля и управления реестром лекарственных препаратов в аптеке является актуальной задачей. Создание подобной системы позволит автоматизировать процессы учета и поиска информации, минимизировать риск человеческих ошибок и повысить эффективность работы аптечного учреждения за счет оперативного доступа к данным о лекарственных средствах.

Основная часть. В ходе разработки веб-приложения были решены следующие задачи: проведён анализ предметной области фармацевтического учёта и сформулированы требования к системе; разработана логическая модель данных, отражающая сущности: «Лекарственный препарат», «Поставка», «Списание», «Заказ клиента», «Сотрудник»; создана реляционная база данных на *PostgreSQL* для хранения номенклатуры, серий, сроков годности, остатков и движений товара; реализована серверная часть на *Spring Boot*, обрабатывающая бизнес-логику и запросы; разработан пользовательский интерфейс для трех ролей: администратора, фармацевта и пользователя, проведено тестирование ключевых сценариев работы [1].

Выбор технологического стека обусловлен следующими факторами: язык *Java* обеспечивает надёжность, безопасность и кроссплатформенность корпоративных решений; фреймворк *Spring Boot* ускоряет разработку и упрощает конфигурацию; *Hibernate* используется для объектно-реляционного отображения; СУБД *PostgreSQL* выбрана за производительность и простоту развёртывания [2].

В основе архитектуры приложения лежит паттерн *MVC (Model-View-Controller)*, что обеспечивает чёткое разделение логики хранения данных, их обработки и представления.

Разработаны модели, соответствующие ключевым объектам предметной области: препарат, категория, производитель, партия, остаток на складе, заказ, пользователь системы [3].

При проектировании функциональности составлена диаграмма вариантов использования. Система предусматривает три роли. Администратор имеет возможность добавления новых позиций в реестр, редактирования информации о препаратах, удаления устаревших записей, управления учётными записями сотрудников, просмотра отчётов по движению товаров, контроля критических остатков и истекающих сроков годности. Фармацевт имеет возможность авторизации в системе, просмотра актуального реестра и остатков, поиск препаратов по названию или действующему веществу, приёмки товара по накладным, отпуска препаратов покупателям (списание с остатков), резервирования товара под заказ, просмотра истории операций. Пользователь имеет возможность просмотра реестра лекарственных препаратов, имеющихся в наличии.

Разработан графический интерфейс, ориентированный на простоту и скорость работы. На рисунке 1 представлен пример страницы реестра лекарственных препаратов.

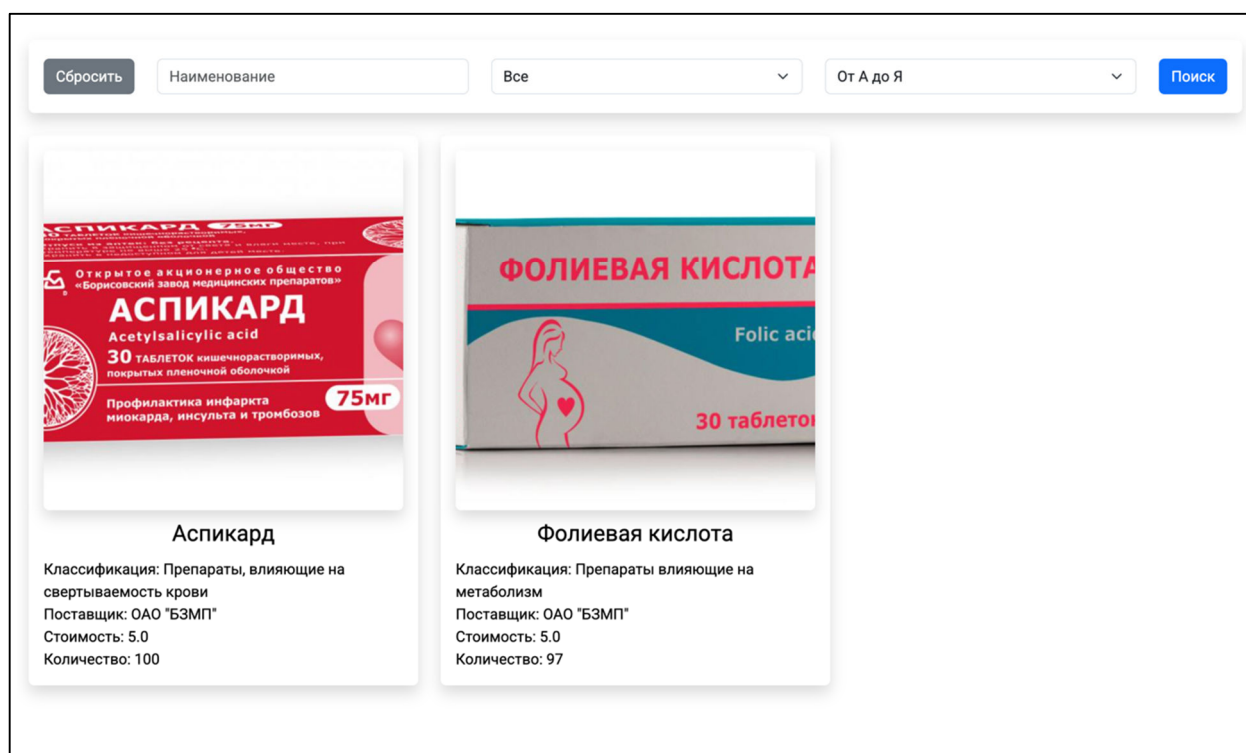


Рисунок 1 – Страница реестра лекарственных препаратов в режиме фармацевта

Одним из ключевых этапов при разработке программного обеспечения является реализация алгоритмов. Для примера на рисунке 2 представлен алгоритм регистрации и авторизации пользователя в программном средстве. Веб-приложение предоставляет широкий спектр возможностей пользователям, открывая перед ними множества инструментов и функций.

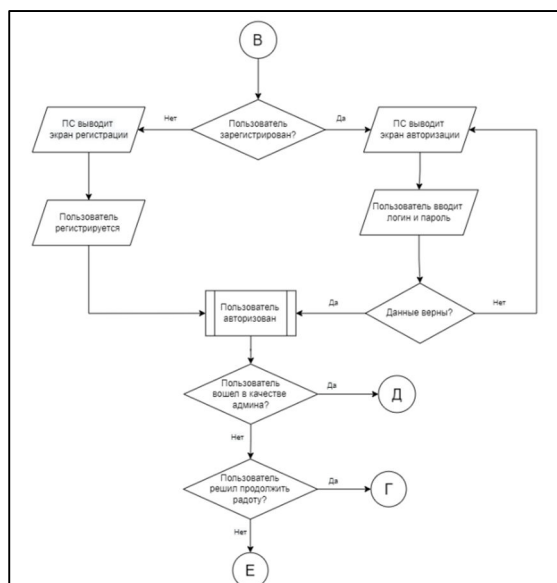


Рисунок 2 – Алгоритм регистрации и авторизации пользователя

Таким образом, созданное приложение функционирует в двух режимах (администратор и фармацевт) и служит для упрощения и повышения точности управления лекарственными средствами. Программа позволяет сотрудникам быстро находить нужные препараты, проводить операции прихода и расхода, а руководству – получать актуальную информацию о состоянии склада и действиях персонала.

Заключение. Разработано функционирующее веб-приложение, автоматизирующее ведение реестра лекарственных препаратов, учёт их поступления и отпуска, а также контроль сроков годности. Внедрение подобной системы позволяет сократить время обслуживания, исключить вероятность отпуска просроченных лекарств и повысить общую эффективность управления аптечным складом.

Список литературы

1. *Spring Framework. Java* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://javarush.com/groups/posts/spring-framework-java-1>. – Дата доступа: 13.03.2026.
2. *Spring* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/spring/> – Дата доступа: 13.03.2026.
3. *Что такое Java Spring и как с ним работать* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/811769/> – Дата доступа: 13.03.2026.

UDC 004.77:336.7

WEB APPLICATION FOR MONITORING AND MANAGING THE REGISTER OF MEDICINAL PRODUCTS IN A PHARMACY

Lisovski O.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

M.A. Bobrovnichaya – Senior Lecturer of the Department of EPE

Annotation. The aim of this work is the ergonomic design of a web service intended for real-time monitoring and analysis of digital assets. The work addresses the tasks of aggregating data from various blockchain networks and DeFi protocols, developing a system of preventive risk notifications, and creating an intuitive interface for visualizing portfolio structure. The developed service minimizes the cognitive load on the user and increases the efficiency of capital management by centralizing disparate financial information.

Keywords: web application, accounting automation, Java, Spring Boot, medicinal products.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХУДОЖНИКОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ульянова Г. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Цявловская Н.В. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлено веб-приложение, разработанное для повышения эффективности профессиональной деятельности художников. В исследовании анализируются эргономические принципы проектирования интерфейса, алгоритмы взаимодействия с пользователем и методы структурирования и управления данными. Описываются архитектура, реализация и удобство использования системы, а также освещаются подходы к созданию интуитивно понятного и эффективного пользовательского опыта.

Ключевые слова: веб-приложение, профессиональная деятельность художников, эргономика, пользовательский интерфейс, алгоритмы взаимодействия, база данных, PostgreSQL, Spring Boot

Введение. Современные художники сталкиваются с необходимостью организации и автоматизации процессов творческой и профессиональной деятельности. Эффективное использование цифровых инструментов позволяет оптимизировать рабочий процесс, управлять проектами, хранить и анализировать данные. В этой связи разработка веб-приложения с учетом эргономических принципов повышает продуктивность и удобство работы.

Основная часть. В веб-приложении для художников важно сразу привлечь внимание пользователя и предоставить доступ к ключевым функциям. Одним из основных правил веб-дизайна является то, что если пользователь заинтересован в чем-либо, то открытая веб-страница должна отвечать его ожиданиям [1]. Поэтому при разработке веб-приложения учитывались принципы эргономики и удобства использования интерфейса, что позволило создать интуитивно понятную навигацию по страницам.

Разработка веб-приложения для совершенствования профессиональной деятельности художников строится на современных технологиях, обеспечивающих удобство взаимодействия пользователя с программой. В приложении реализованы функции монетизации творческой деятельности, включая платные подписки, доступ к премиум-контенту и чаты с художниками, доступ к которым ограничен в зависимости от статуса подписки. Отличие от аналогов в том, что коммуникация прямо интегрирована в систему и возможна только при наличии платной подписки и оформленной заявки на заказ. Это отсекает случайные или незаинтересованные обращения. Художник получает только целенаправленные запросы от пользователей, готовых к сотрудничеству, ознакомляется с заявкой. Только после её одобрения появляется возможность коммуникации между клиентом и художником.

В качестве серверного фреймворка используется Spring с его модульной архитектурой и сопутствующие его библиотеки разработки современных приложений: механизмы хранения данных, фреймворк безопасности, мониторинг времени [2]. Был выбран язык Java для серверной части.

В веб-приложении для совершенствования профессиональной деятельности художников будет использоваться паттерн MVC для разделения логики доступа к данным и логики отображения [3]. Для реализации этого паттерна используется надстройка над Spring Framework – Spring Boot. Он был использован, так как обеспечивает автоматическую конфигурацию приложения, упрощает настройку контроллеров и обработку ошибок. Были

через него реализованы технические ограничения для статусов подписок, доступом к премиум-контенту и чатам.

Для работы с механизмом хранения данных будет применяться Spring Data JPA. С его помощью реализованы CRUD-операции для таблиц базы данных, и этот модуль используется для функций поиска, сортировок и фильтров в программе.

За безопасность приложения отвечает модуль Spring Security, который обеспечивает процессы аутентификации и авторизации пользователей, защищает персональные данные художников и регулирует безопасный доступ ко всем функциям веб-приложения.

Пользовательский интерфейс создается с использованием HTML и CSS, что обеспечивает эргономичность, интуитивность и адаптивность страниц. Страницы портфолио автоматически подстраиваются под размер экрана устройства: на десктопе работы отображаются сеткой из нескольких колонок, а на планшете или смартфоне – в одну колонку для удобного просмотра. Элементы управления, такие как кнопки загрузки работы или фильтры по категориям, расположены рядом с содержимым, что сокращает количество действий пользователя.

Для хранения данных применяется PostgreSQL. В базе реализованы таблицы для пользователей, художественных работ, платного контента, чатов и покупок. PostgreSQL был выбран, так как его архитектурный стиль позволяет масштабировать взаимодействие компонентов и предоставляет стандартные способы обмена данными, которые используются в программном обеспечении [4].

Заключение. Разработанное веб-приложение обеспечивает удобное взаимодействие художников с программой. Целевой аудиторией являются начинающие, профессиональные художники и их аудитория. Разработанное веб-приложение отличается от существующих платформ тем, что полностью интегрирует монетизацию, коммуникацию и обработку заказов в одном сервисе. В отличие от популярных аналогов, где коммуникация с клиентами часто вынесена в сторонние каналы, а платный контент ограничен торговыми платформами, в данном приложении всё объединено в локальной и настраиваемой системе, что обеспечивает гибкость функционала и адаптацию под узкоспециализированную аудиторию.

Список литературы

1. Нильсен, Я., Лоранжер, Х. *Web-дизайн: удобство использования Web-сайтов* : пер. с англ. / Я. Нильсен, Х. Лоранжер. – Москва : ООО «И.Д. Вильямс», 2009. – 368 с.
2. Уоллс, К. *Spring в действии* : 6-е изд. : пер. с англ. / К. Уоллс; пер. с англ. А. Киселев. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 544 с.
3. *Professional ASP.NET MVC 5* / Jon Galloway, Brad Wilson, K. Scott Allen, David Matson. – Hoboken, NJ : Wrox, 2015. – 608 p.
4. Моргунов, Е. П. *PostgreSQL. Профессиональный SQL* : учеб. пособие / Е. П. Моргунов; под ред. Е. В. Рогова. – Москва : ДМК Пресс, 2025. – 444 с.

UDC 004.418

WEB APPLICATION FOR IMPROVING PROFESSIONAL ACTIVITY OF ARTISTS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Ulyanova G.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsyavlovskaya N.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of EPE

Annotation. The paper presents a web application designed to enhance the professional activities of artists. The study analyzes ergonomic principles in interface design, user interaction algorithms, and methods for structuring and managing data. The architecture, implementation, and usability of the system are described, highlighting approaches for creating intuitive and efficient user experiences.

Keywords: web application, professional activity of artists, ergonomics, user interface, interaction algorithms, database, PostgreSQL.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ОЦЕНКИ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Чепелевич В.О.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ларькин А.Д. – ассистент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследовано функционирование программного средства автоматизированной оценки стоимости жилой недвижимости с применением нейросетевых моделей в условиях обработки гетерогенных данных. Установлено, что критическое снижение точности прогноза (увеличение средней абсолютной ошибки *MAPE* свыше 12 %) наступает при дефиците или некорректности ключевых признаков объектов недвижимости в *JSON*-пакетах свыше 5,2 % от общего объема выборки. Предложена методика верификации бизнес-логики, основанная на контроле весов нейронной сети и качества входных векторов. Разработаны структурные схемы взаимодействия серверной и клиентской частей программного средства для обеспечения точности бизнес-анализа.

Ключевые слова: недвижимость, нейронная сеть, машинное обучение, *REST*-архитектура, автоматизация оценки.

Введение. Современный рынок недвижимости характеризуется высокой динамичностью и зависимостью от множества факторов (локация, инфраструктура, год постройки), что делает ручную оценку трудозатратной. Автоматизация этого процесса требует создания программных средств, способных обрабатывать большие массивы данных с использованием методов интеллектуального анализа. Применение распределенной архитектуры позволяет разделить процессы сбора «сырых» данных и их аналитической обработки нейронной сетью, однако выдвигает жесткие требования к качеству входной информации [1]. В данной статье автором показано, что точность прогнозной стоимости напрямую зависит от чистоты обучающей выборки и корректности работы модулей нормализации данных.

Основная часть. При контроле функционирования программного средства (ПС) оценки недвижимости необходимо решить две задачи:

- обеспечить высокую точность аппроксимации стоимости объектов;
- выявить функциональные блоки (ФБ), влияющие на возникновение систематических ошибок в расчетах.

Процесс оценки был разделен на две функциональные области в соответствии с рисунком 1.

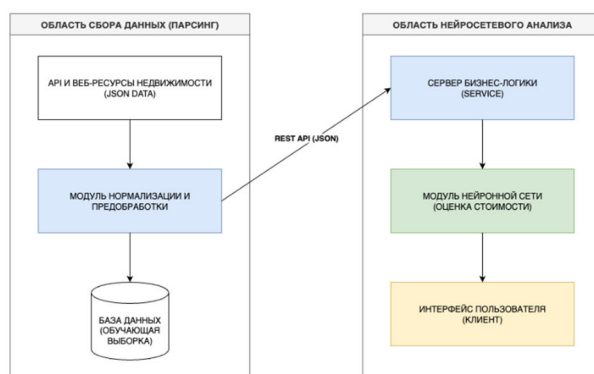


Рисунок 1 – Схема взаимодействия областей сбора данных и нейросетевого анализа

На представленной схеме (рисунок 1) визуализирована высокоуровневая архитектура программного средства, спроектированная согласно принципам распределенных систем [2]. Взаимодействие компонентов организовано через разделение зон ответственности на две ключевые области: сбор данных и их глубокую нейросетевую обработку.

Испытуемое программное средство было представлено в виде ряда функциональных блоков, реализованных в архитектурном стиле *REST* [3]. Для тестирования ФБ был разработан набор тестовых программ (ТП), обеспечивающих последовательность верификации бизнес-логики в составе ПС (таблица 1):

Таблица 1 – Последовательность тестирования ФБ ПС

№ тестовой программы	Область тестирования
ТП1	верификация корректности парсинга и нормализации признаков в <i>JSON</i> -пакетах
ТП2	тестирование точности прогнозирования в модуле нейросетевой логики

На рисунке 2 представлена логическая последовательность работы аналитического модуля, обеспечивающая преобразование входных массивов данных в обоснованные результаты оценки. Общий алгоритм функционирования аналитического модуля, отвечающего за оценку объектов, представлен в виде блок-схемы. Данная схема отражает логику преобразования входных характеристик недвижимости в конкретный стоимостной показатель.

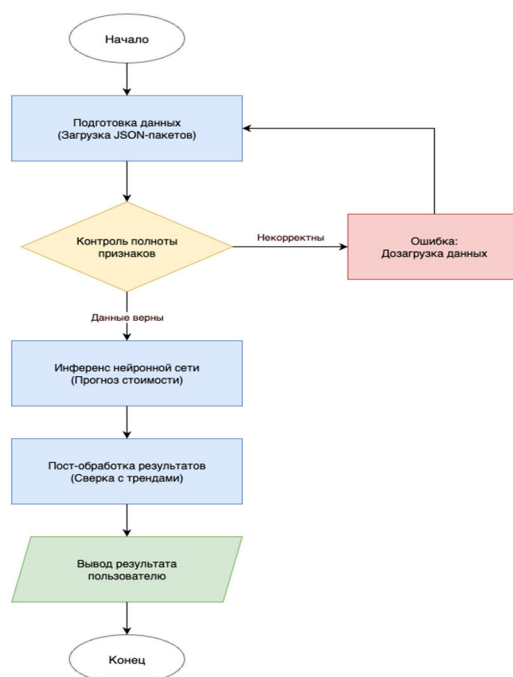


Рисунок 2 – Алгоритм функционирования модуля нейросетевой оценки

Алгоритм включает в себя несколько критических стадий обработки:

1 Инициализация и загрузка. Процесс начинается с получения *JSON*-пакетов через *REST*-интерфейс [4]. На этом этапе программное средство подготавливает среду для обработки данных, извлекая необходимые параметры объекта (метраж, район, год постройки).

2 Контроль целостности и верификация. Программа проверяет структуру признаков и полноту данных. Согласно проведенным исследованиям, именно на этом этапе выявляется «зашумленность» выборки. Если уровень ошибок превышает допустимый предел, система инициирует цикл дозагрузки данных для предотвращения критических отклонений в прогнозе стоимости.

3 Вычисление оценочных показателей. После успешной валидации модуль переходит к нейросетевому инференсу. Система анализирует ключевые ценообразующие факторы:

локационные характеристики, физические параметры и текущую рыночную конъюнктуру. Нейронная сеть сопоставляет объект с накопленным опытом из обучающей выборки, вычисляя наиболее вероятную рыночную стоимость. На финальном этапе алгоритм формирует отчет, который передается в интерфейс пользователя (клиентскую часть).

Общий алгоритм функционирования аналитического модуля, отвечающего за оценку объектов, представлен в виде блок-схемы (рисунок 2). Данная схема отражает логику преобразования входных характеристик недвижимости в конкретный стоимостной показатель.

Установлено, что некорректный результат работы модуля оценки чаще всего обусловлен спецификой предобработки данных. Данный модуль строится на базе процедур векторизации, обладающих программными фильтрами для отсекаания объявлений-дублей и ценовых аномалий. Реализация таких механизмов верификации на стороне сервера делает аналитический блок чувствительным к пропускам или искажениям ключевых признаков объектов, в отличие от простых транспортных модулей системы.

Заключение. Выполнен анализ влияния качества входных данных на результаты автоматизированной оценки стоимости недвижимости в разработанном программном средстве. Впервые установлено, что в аналитическом блоке ПС при накоплении ошибок в JSON-структурах свыше 5,2 % происходят критические искажения в прогнозах ($MAPE > 12\%$), что ведет к некорректному выполнению запрограммированных функций. Определено, что высокая погрешность обусловлена отсутствием полной информации о характеристиках объекта на этапе первичной обработки. Предложена методика функционального контроля ПС, основанная на разделении процессов сбора данных и нейросетевого анализа, что позволяет своевременно выявлять логические дефекты в программном коде.

Список литературы

1. Kleppmann, M. *Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems* / Martin Kleppmann. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2017. – 616 p. – ISBN 978-1-449-37332-0.
2. Алексеев, В. Ф. Проектирование и разработка распределенных информационных систем на базе REST-архитектуры / В. Ф. Алексеев // Вестник БГУИР. – 2022. – № 4. – С. 45–52.
3. Fielding, R. T. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* / Roy Thomas Fielding // Slovak international scientific journal. – 2021. – Vol. 2, N 48. – Pp. 14–29
4. Вугерс, К. Разработка требований к программному обеспечению / К. Вугерс, Д. Бумми. – М. : БХВ-Петербург, 2019. – 736 с. – ISBN 978-5-9775-3348-5.

UDC 004.4:332.6

SOFTWARE TOOL FOR REAL ESTATE MARKET VALUE ASSESSMENT BASED ON A NEURAL NETWORK

Chapialevich V. O.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Larkin A.D. – assistant of the department of ICSD

Annotation. The functioning of a software tool for automated real estate value estimation using neural network models under conditions of heterogeneous data processing has been experimentally investigated. It was found that a critical decrease in forecast accuracy ($MAPE$ exceeding 12%) occurs when the share of incorrect or incomplete key features in JSON packets exceeds 5.2% of the total sample volume. A method for controlling the business logic of a software tool based on the verification of functional blocks and input vectors quality is proposed.

Keywords: real estate, neural network, machine learning, REST architecture, valuation automation.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТИ АПТЕК

Догодькина В.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Казак Т.В. – д-р. псих. наук, профессор, заведующий кафедрой ИПиЭ

Аннотация. Разработана информационная система для автоматизации учета лекарственных средств и управления деятельностью сети аптек. Определены функциональные задачи системы, включающие автоматизированный учет препаратов, контроль остатков, управление заявками на поставку и визуализацию аптек на интерактивной карте. Выполнено проектирование архитектуры системы с использованием современных веб-технологий. Проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса, подтверждающая его соответствие требованиям удобства и эффективности взаимодействия.

Ключевые слова: информационная система, учет лекарств, автоматизация, управление запасами.

Введение. В современном здравоохранении эффективное управление учетом лекарственных средств в аптечных учреждениях приобретает ключевое значение. Фармацевты, администрация аптек и менеджмент сталкиваются с необходимостью оперативного контроля запасов, отслеживания сроков годности, управления поставками и обеспечения наличия необходимых препаратов для пациентов. Существующие на рынке системы учета зачастую обладают рядом недостатков: высокая стоимость внедрения, сложность использования для персонала без специальной подготовки, ограниченные возможности интеграции и недостаточная гибкость настройки под специфические потребности бизнеса. Кроме того, многие из представленных решений требуют длительного обучения сотрудников и регулярного дорогостоящего сопровождения, что делает их недоступными для небольших и средних аптечных сетей с ограниченным бюджетом на информатизацию. В связи с этим разработка специализированной информационной системы, ориентированной на интуитивно понятный интерфейс и автоматизацию ключевых бизнес-процессов, является актуальной задачей [1].

Основная часть. Разрабатываемая информационная система предназначена для автоматизации процессов учета лекарственных средств и управления деятельностью сети аптек. Архитектура системы построена с учетом современных требований к функциональности, удобству использования и безопасности обработки данных. Информационная система обеспечивает пользователям возможность оперативного контроля наличия препаратов, отслеживания сроков годности, формирования заявок на поставку, а также визуализации аптек на интерактивной карте с привязкой к данным о наличии товаров [2].

При разработке информационной системы были выделены следующие функциональные задачи:

- автоматизированный учет лекарственных средств в разрезе каждой аптеки сети;
- фильтрация и поиск лекарств по заданным;
- автоматический контроль минимальных и страховых остатков с формированием уведомлений о необходимости пополнения;
- управление заявками на поставку товаров;
- визуализация сети аптек на интерактивной карте с отображением актуальной информации о наличии препаратов;
- сохранение истории заявок, поиска и просмотренных товаров в личном кабинете пользователя с возможностью анализа и повторного использования.

Клиентская часть информационной системы реализована на языке JavaScript с использованием фреймворка Vue.js и библиотеки компонентов Vuetify, а также технологий

HTML и CSS. Серверная часть и хранение данных обеспечиваются облачной платформой Firebase, которая включает аутентификацию пользователей и базу данных Firestore. Для отображения аптек и визуализации информации о доставке используется JavaScript API Яндекс Карт. Среда разработки – Visual Studio Code [3].

На этапе проектирования веб-приложения были определены основные функции системы:

- аутентификация пользователя в системе;
- управление номенклатурой товаров (добавление, редактирование);
- управление минимальными и страховыми остатками товаров;
- управление товарными запасами;
- формирование и отслеживание заявок на поставку товаров;
- просмотр данных в личном кабинете;
- поиск товара в базе данных по различным критериям;
- визуализация сети аптек на интерактивной карте;
- формирование отчетности по продажам;
- анализ эффективности работы аптек сети;
- контроль выполнения поставок и заявок управление учетными записями сотрудников;
- разграничение прав доступа к функциям системы;
- изменение данных фармацевта;
- учет финансовых операций.

Проектирование информационной системы осуществлялось с учетом функциональных требований к системе и необходимости обеспечения удобства взаимодействия пользователя с интерфейсом. На начальном этапе были разработаны алгоритмы работы пользователя, описывающие последовательность действий при выполнении основных сценариев: авторизация в системе, поиск лекарства по параметрам, создание заявки на поставку, обработка заявок менеджером, просмотр аптек на интерактивной карте, формирование отчетов по продажам. На основе разработанных алгоритмов построена структурная схема взаимодействия пользователя с информационной системой и базой данных Firebase. Детальная проработка каждого сценария позволила учесть все возможные варианты поведения пользователей и предусмотреть корректную реакцию системы на различные действия, включая нештатные ситуации, такие как ошибки ввода данных или отсутствие соединения с сервером. Такой подход обеспечивает устойчивость функционирования программного комплекса в реальных условиях эксплуатации и минимизирует вероятность возникновения сбоев при интенсивной работе персонала аптеки [4].

Для формализации функциональных требований разработана диаграмма вариантов использования, которая определяет границы системы, роли пользователей (сотрудник, менеджер, администратор) и доступные им функции. На основе диаграммы вариантов использования разработан сценарий информационного взаимодействия пользователя с программным комплексом, детализирующий обмен данными между компонентами системы при выполнении ключевых операций. Применение данного подхода на ранних этапах проектирования позволило выявить и устранить потенциальные противоречия в требованиях, а также обеспечить согласованность действий всех модулей системы при параллельной работе нескольких пользователей.

На этапе проектирования пользовательского интерфейса разработаны прототипы основных экранов информационной системы: страница авторизации, главная страница сотрудника, страница создания заявки, страница менеджера со входящими заявками, страница с интерактивной картой аптек, страница отчетов и аналитики, личный кабинет. Для оценки удобства и эффективности разработанных интерфейсных решений проведена эргономическая оценка пользовательского интерфейса, позволившая выявить и устранить потенциальные проблемы навигации и восприятия информации. В процессе оценки учитывались такие критерии, как время выполнения типовых операций, количество ошибок при работе с интерфейсом, а также субъективная удовлетворенность пользователей, что в совокупности позволило добиться высокой степени эргономичности разработанного решения [5].

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования информационной системы для автоматизации учета лекарственных средств в сети аптек.

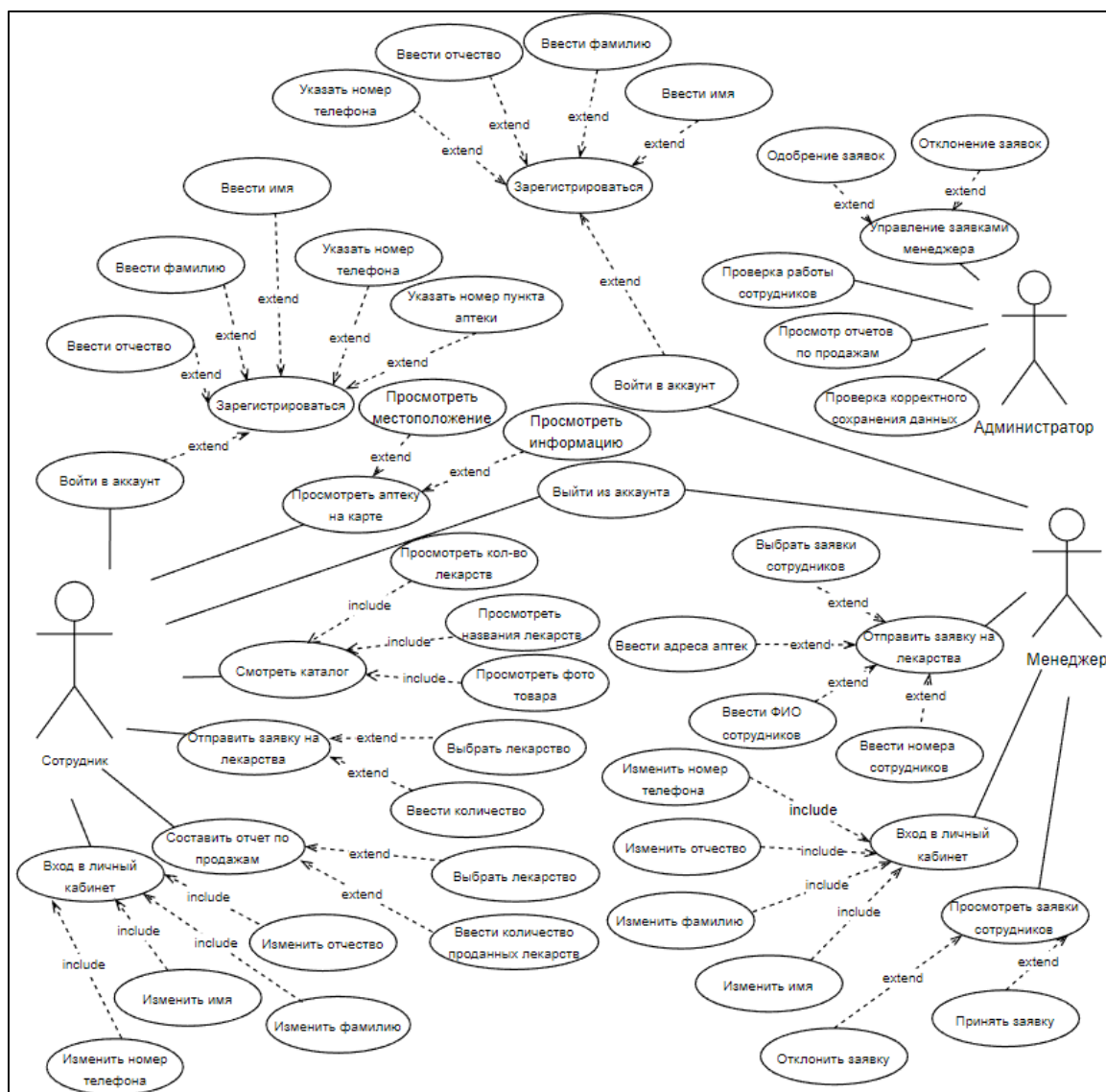


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

На рисунке 2 представлены макеты основных страниц информационной системы

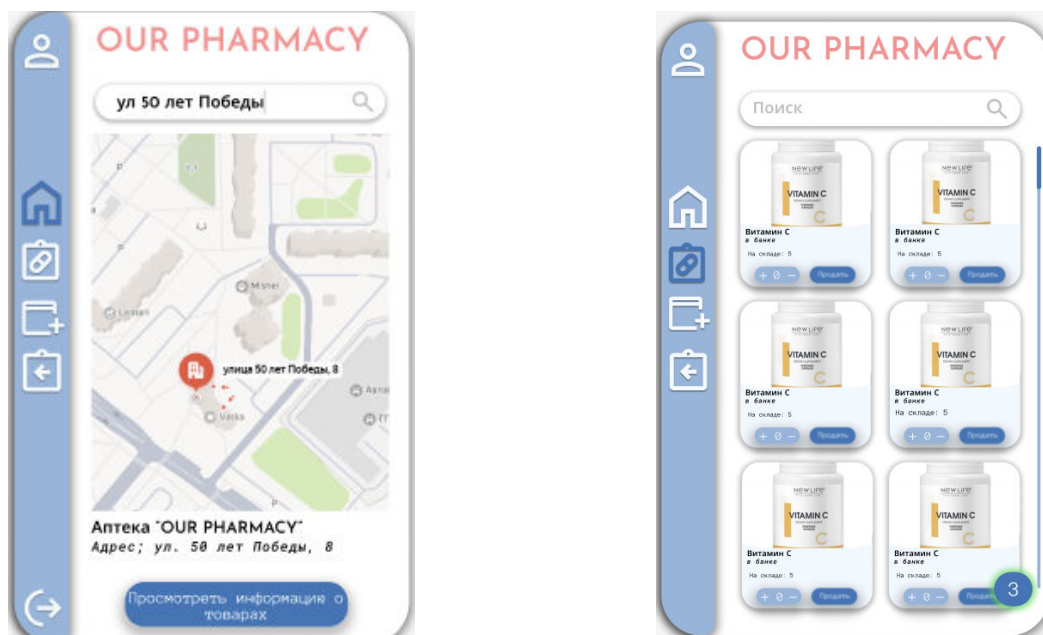


Рисунок 2 – Макеты основных страниц информационной системы

Заключение. Таким образом, была разработана информационная система для автоматизации учета лекарственных средств и управления деятельностью сети аптек. При разработке использованы современные технологии и подходы к проектированию информационных систем. Все функциональные задачи, поставленные перед системой, реализованы в полном объеме. Результаты эргономической оценки подтверждают соответствие пользовательского интерфейса установленным требованиям к удобству и эффективности взаимодействия.

Список литературы

1. Badakshanov, A.R. Information support of pharmaceutical activity : textbook / A.R. Badakshanov, S.N. Ivakina. – Moscow : GEOTAR-Media, 2024. – 256 p. – ISBN 978-5-9704-8903-1.
2. Monogarov, M.M. Development of a web-oriented software system for working with meteorological data / M.M. Monogarov // Scientific works. – 2025. – Vol. 1, No 1. – Pp. 45–52.
3. Pershin, A.A. Experience of using the vue.js framework in the development of information-modeling systems / A.A. Pershin, A.S. Blinkov, I.A. Gurin // Heat engineering and informatics in education, science and production : collection of reports of the X All-Russian scientific-practical conf. – Yekaterinburg : UrFU, 2022. – Pp. 267–272.
4. Laputa, A.N. Automation of accounting for the receipt of medicines in a pharmacy / A.N. Laputa // Business pulse : III International scientific-practical student conf. – Minsk : School of Business of BSU, 2025. – Pp. 323–326.
5. Kuznetsova, E.A. Web-application for automation of accounting and monitoring of goods movement at a pharmaceutical enterprise / E.A. Kuznetsova ; scientific supervisor N.V. Ermalinskaya // Research and development in the field of mechanical engineering, energy and management : materials of the XXV International scientific-technical conf. – Gomel : GSTU named after P.O. Sukhoi, 2025. – Part 2. – Pp. 223–226.

UDC 615.1:004

INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING A PHARMACY NETWORK

Dogodkina V.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kazak T. V. – Dr. of Psy, Professor, Head of the EPE Department

Annotation. The purpose of this work is to develop an information system for automating the accounting of medicines in a chain of pharmacies. The work addresses the tasks of designing the architecture of the information system, developing a user-friendly interface for employees, managers, and administrators, and implementing functional modules for inventory management, creating orders, and generating reports. The created application ensures transparency in the accounting process, reduces staff time, and enhances the efficiency of managing a pharmacy chain.

Keywords: information system, drug registration, automation, and inventory management.

ВЕБ-САЙТ ПРИХОДА ХРАМА СВЯТИТЕЛЯ КИРИЛЛА ТУРОВСКОГО В Г. ЖАБИНКА: ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДУХОВНОГО ЕДИНСТВА И СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ БЕЛОРУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКВИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Филимонюк А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Воробей А.В. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработан веб-сайт для прихода храма Святителя Кирилла Туровского в г. Жабинка, выступающий цифровой платформой для духовного единения прихожан и сохранения культурно-исторического наследия Белорусской Православной Церкви. Реализованы модули информирования о жизни прихода (расписание богослужений, новости), интерактивная библиотека духовной литературы и медиа-архив, система сбора пожертвований, а также личный кабинет для коммуникации со священником. Особое внимание уделено эргономическому обеспечению интерфейсов, ориентированных на разные возрастные группы пользователей. Серверная часть реализована на языке Python с использованием фреймворка Django и СУБД PostgreSQL, клиентская – с применением шаблонов Django и адаптивной верстки. Разработка выполнялась в среде PyCharm под управлением операционной системы macOS.

Ключевые слова: веб-сайт храма, духовное единство, культурное наследие, эргономика, UI/UX, Django, Python, PostgreSQL, адаптивный дизайн.

Введение. В современном информационном обществе Православная Церковь активно осваивает цифровое пространство для миссионерской деятельности, катехизации и укрепления связей между прихожанами. Для небольших городских приходов, таких как храм Святителя Кирилла Туровского в г. Жабинка, создание полноценного веб-сайта перестает быть просто вопросом престижа и становится насущной необходимостью. Приход сталкивается с вызовами информирования прихожан об изменении расписания, привлечения молодежи, сохранения уникальных материалов об истории храма и его роли в регионе [1].

Традиционные способы коммуникации (объявления на двери храма, личное общение) не позволяют оперативно реагировать на изменения или охватить широкую аудиторию, особенно молодое поколение и людей, которые только ищут свой путь к вере. Отсутствие цифровой платформы затрудняет процесс сбора средств на благотворительность, делает недоступным для многих духовное наследие (проповеди, поучения), хранящееся в архивах прихода. Кроме того, существующие типовые решения для церковных сайтов часто не учитывают эргономические потребности пожилых людей, составляющих значительную часть прихожан, что приводит к низкой вовлеченности и цифровому неравенству внутри общины [2].

Основная часть. Разрабатываемая система представляет собой специализированный веб-портал, целью которого является не просто информирование, а формирование цифровой общины. Архитектура построена по классическому для Django шаблону MVT (Model-View-Template) с четким разделением логики, данных и представления.

Серверная часть реализована на языке Python с использованием фреймворка Django, который предоставляет встроенные средства администрирования, аутентификации и ORM для работы с базой данных [3]. Выбор Django обусловлен его надежностью, безопасностью и наличием готовых модулей для решения типовых задач веб-разработки. В качестве СУБД используется PostgreSQL, обеспечивающая надежное хранение структурированных данных (новости, расписание) и медиафайлов. Клиентская часть построена с использованием встроенной системы шаблонов Django, HTML5, CSS3 и JavaScript, что обеспечивает быструю загрузку страниц и простоту поддержки. Разработка велась в интегрированной среде

разработки PyCharm под управлением операционной системы macOS, что позволило эффективно использовать инструменты отладки и контроля версий. Развертывание осуществляется с использованием Gunicorn и Nginx.

Безопасность доступа обеспечивается встроенной в Django системой аутентификации. Реализовано разграничение прав: администратор (настоятель или ответственный секретарь) управляет контентом через встроенную админ-панель Django, модератор проверяет сообщения из личных кабинетов, а прихожане имеют доступ к личному кабинету с историей пожертвований и возможностью задать вопрос священнику.

Эргономическое обеспечение является ключевым аспектом разработки. Учитывая специфику аудитории (от молодежи до людей старшего возраста), интерфейс спроектирован с соблюдением следующих принципов:

1 Адаптивность и простота навигации. Интерфейс корректно отображается на всех типах устройств (смартфоны, планшеты, ПК). Для пожилых пользователей предусмотрен режим «Крупный шрифт» и упрощенная версия меню, где основные разделы («Расписание», «Требы», «Новости») вынесены на главный экран. Навигация минимизирована и интуитивно понятна. Верстка выполнена с использованием медиазапросов CSS и учитывает рекомендации WCAG по доступности.

2 Визуальная иерархия и цветовая гамма. Использование спокойных, «церковных» тонов (золотой, бордовый, бежевый) в сочетании с достаточной контрастностью текста для комфортного чтения. Иконографика выполнена в каноническом стиле, чтобы быть узнаваемой и не вызывать когнитивного диссонанса у верующих.

3 Информационная архитектура. Главная страница отображает ключевую информацию: дату и время ближайшего богослужения, краткую ленту новостей и икону дня. Глубинная структура позволяет погружаться в разделы, не теряя контекст (например, из новости о престольном празднике можно перейти в раздел истории храма, посвященный этому событию).

Реализация поставленных целей по созданию цифровой платформы духовного единства и сохранения культурного наследия обеспечивается набором специализированных функциональных модулей. Они разработаны с учетом выявленных потребностей прихода и описанных выше эргономических требований к интерфейсам. Каждый модуль решает конкретную задачу приходской жизни – будь то доступ к духовному наследию, удаленное заказание треб, коммуникация со священником или информирование о событиях, – при этом все модули объединены общим дизайном и логикой взаимодействия.

1 Модуль «Духовное наследие». Представляет собой структурированный архив, включающий жития святых, связанных с Белорусской Православной Церковью (в частности, святого. Кирилла Туровского), аудиозаписи проповедей, исторические фотографии храма. Реализован удобный поиск и фильтрация по тегам (автор, дата, праздник).

2 Модуль «Требы онлайн». Позволяет прихожанам подать записки о здравии и упокоении, заказать молебен. Интерфейс формы максимально упрощен: выбор требы, ввод имен (с подсказками о церковном написании), оплата через интегрированную платежную систему. Данные обрабатываются через Django Forms с валидацией на стороне сервера.

3 Модуль «Вопрос священнику». Реализован в формате личных сообщений внутри личного кабинета для обеспечения конфиденциальности. Система уведомлений оповещает пользователя о получении ответа по электронной почте.

4 Подсистема уведомлений. Функционирует в двух режимах: массовые уведомления (об изменении расписания, о праздниках) и персональные (напоминание о подаче записки на Литургию, которую заказали заранее, ответ на вопрос).

Система включает возможность сбора обратной связи от пользователей. Опросы и анкеты помогут выявить потребности и ожидания прихожан, что позволит эффективно адаптировать контент и функционал портала под их требования. Регулярное обновление информации и реакция на пожелания пользователей будут способствовать поддержанию интереса к ресурсу.

Заключение. Разработанное веб-приложение ориентировано на практическое применение в условиях реально действующего прихода Белорусской Православной Церкви. Создание единого информационного пространства для прихожан храма Святителя Кирилла Туровского в г. Жабинка позволяет преодолеть информационную разобщенность, сохранить и

популяризировать культурное наследие, а также сделать приходскую жизнь более открытой и доступной. Особый упор на эргономику интерфейсов гарантирует, что цифровая платформа станет инструментом именно *духовного единства*, а не барьером для людей старшего поколения или тех, кто делает первые шаги в освоении цифровых технологий.

Система спроектирована с учетом специфики небольшого городского прихода, но ее модульная архитектура и возможности Django позволяют масштабировать решение и интегрировать его с епархиальными порталами. Выбранный технологический стек (Python, Django, PostgreSQL) обеспечивает надежность, безопасность и простоту дальнейшего сопровождения сайта силами прихода. Использование среды разработки PyCharm на платформе macOS позволило организовать эффективный процесс разработки и отладки всех компонентов системы. Таким образом, предлагаемый проект закрывает актуальный технологический пробел в жизни церковной общины, предоставляя прихожанам современный, удобный и душеполезный инструмент для взаимодействия и сохранения веры.

Список литературы

1. Щёкин, Н. С. Социально-философские аспекты диалога христианской церкви и государства / Н. С. Щёкин. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 262 с. – URL: <https://socio.bas-net.by/shhyokin-nikolaj-sergeevich/>
2. Баканов, А. С. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия / А. С. Баканов, А. А. Обознов. – М. : Институт психологии РАН, 2011. – 176 с. – ISBN 978-5-9270-0191-0. – URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_005035247/
3. Савостин, П. А. Практическое применение асинхронного программирования на языке Python при помощи пакета Asyncio / П. А. Савостин, Н. Э. Ефремова // NB: Кибернетика и программирование. – 2018. – №4. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=25851
4. Наумов, В. Б. Негосударственное цифровое сохранение культурного наследия: 15 лет опыта проекта «Сохраненная культура» / В. Б. Наумов // Информационное общество. – 2025. – № 5. – С. 20-32. – URL: <http://infosoc.iis.ru/article/view/1489>
5. Лютко, Е. (диакон). Соображения в связи с пастырством в цифровую эпоху [Электронный ресурс] / Е. Лютко // Лаборатория исследований церковных институций ПСТГУ. – 2025. – 18 июня. – URL: <https://eirl.pstgu.ru/analytical?post=soobrazheniya-v-svyazi-s-pastyrstvom-v-cifrovuyu-epohu>

UDC 004.738.5:2-523.4(476–25)

WEBSITE OF THE PARISH OF THE CHURCH OF ST. CYRIL OF TUROV IN ZHABINKA: A DIGITAL PLATFORM FOR SPIRITUAL UNITY AND PRESERVATION OF THE CULTURAL HERITAGE OF THE BELARUSIAN ORTHODOX CHURCH AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Filimonyuk A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vorobey A.V. – Master of Sci., assistant of the Department of EPE

Annotation. A website has been developed for the parish of the Church of St. Cyril of Turov in the city of Zhabinka, which serves as a digital platform for the spiritual unity of parishioners and the preservation of the cultural and historical heritage of the Belarusian Orthodox Church. Modules for informing about the life of the parish (schedule of services, news), an interactive library of spiritual literature and a media archive, a system for collecting donations, as well as a personal account for communication with the priest were implemented. Particular attention is paid to the ergonomic support of interfaces aimed at different age groups of users. The server part is implemented in Python using the Django framework and the PostgreSQL DBMS, the client part is implemented using Django templates and adaptive layout. The development was carried out in the PyCharm environment running the macOS operating system.

Keywords: temple website, spiritual unity, cultural heritage, ergonomics, UI/UX, Django, Python, PostgreSQL, responsive design.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Герасимов К.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – магистр техн. и тех., ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлено веб-приложение для анализа телеметрии болидов Формулы 1, разработанное с использованием Python, FastAPI и D3.js. Приложение предназначено для инженеров, аналитиков и любителей автоспорта. Оно обеспечивает визуализацию данных в реальном времени, сравнение гоночных кругов и интерактивную карту трассы. Цель разработки – упростить анализ гоночных параметров и сделать его доступным для широкой аудитории.

Ключевые слова: веб-приложение, телеметрия, Формула 1, анализ данных, Python, визуализация.

Введение. Анализ телеметрии играет ключевую роль в современном автоспорте, особенно в Формуле 1, где каждый миллиметр и миллисекунда имеют значение [1]. Болиды оснащены сотнями датчиков, передающих данные о скорости, оборотах двигателя, температуре шин, положении педалей и других параметрах. Инженеры используют эти данные для настройки болида, выбора стратегии и оценки действий пилота. Однако существующие профессиональные инструменты сложны и дороги, что ограничивает их доступность. Цель данной работы – создать удобное веб-приложение, которое позволит анализировать телеметрию без специального ПО и глубоких технических знаний.

Основная часть. Основной целью разработки является создание функционального и интуитивно понятного инструмента для анализа телеметрии. Приложение должно объединять ключевые возможности профессиональных систем в веб-интерфейсе.

Основные требования, предъявляемые к веб-приложению:

- надежность и безопасность при работе с данными;
- простая регистрация и настройка профиля;
- отображение телеметрии в реальном времени;
- построение интерактивных графиков с возможностью масштабирования и сравнения;
- визуализация траектории болида на карте трассы;
- сравнение кругов разных пилотов;
- адаптивный интерфейс для компьютеров и мобильных устройств.

Основные функции разрабатываемого веб-приложения описаны ниже.

1 Отображение телеметрии в реальном времени: пользователь может наблюдать за данными всех болидов на трассе: скорость, обороты двигателя, положение педалей газа и тормоза, температуру шин и тормозов, статус DRS. Информация обновляется непрерывно, что позволяет следить за действиями пилотов по ходу сессии.

2 Сравнение гоночных кругов: приложение дает возможность накладывать графики нескольких кругов для анализа различий. Можно сравнивать круги разных пилотов или разные попытки одного пилота, чтобы увидеть, где выигрывается или теряется время – в точках торможения, прохождении поворотов или разгоне [2].

3 Интерактивная карта трассы: на схеме автодрома отображаются текущие позиции болидов с цветовой индикацией выбранного параметра. При клике на болид показывается подробная информация о его телеметрии и времени круга.

4 Дополнительные аналитические модули: в приложении доступны разделы с текущей классификацией пилотов, погодными условиями (температура трассы и воздуха, влажность, ветер), а также данными об износе шин и расходе топлива для анализа стратегии [3].

Веб-приложение построено на клиент-серверной архитектуре. Серверная часть реализована на Python с использованием фреймворка FastAPI, обеспечивающего асинхронную обработку запросов и высокую производительность. Для работы с данными применяется библиотека Pandas, для хранения временных рядов – TimescaleDB. Клиентская часть написана на TypeScript с использованием библиотеки React. Для визуализации данных используется D3.js, для отображения карт – Deck.gl. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется через REST API и WebSocket для потоковых данных.

Особое внимание при разработке уделено эргономике пользовательского интерфейса. Для различных категорий пользователей предусмотрена настройка рабочего пространства: можно изменять состав виджетов, их расположение и размеры. Цветовое кодирование параметров позволяет быстро оценивать ситуацию на трассе.

Графики синхронизированы по временной шкале – при масштабировании одного из них остальные автоматически подстраиваются, что упрощает поиск зависимостей между разными каналами данных. Адаптивная верстка обеспечивает комфортную работу как на широких мониторах инженерных станций, так и на планшетах, используемых персоналом на пит-лейне.

На рисунке 1 представлен прототип веб-приложения для анализа телеметрии болидов Формулы 1.

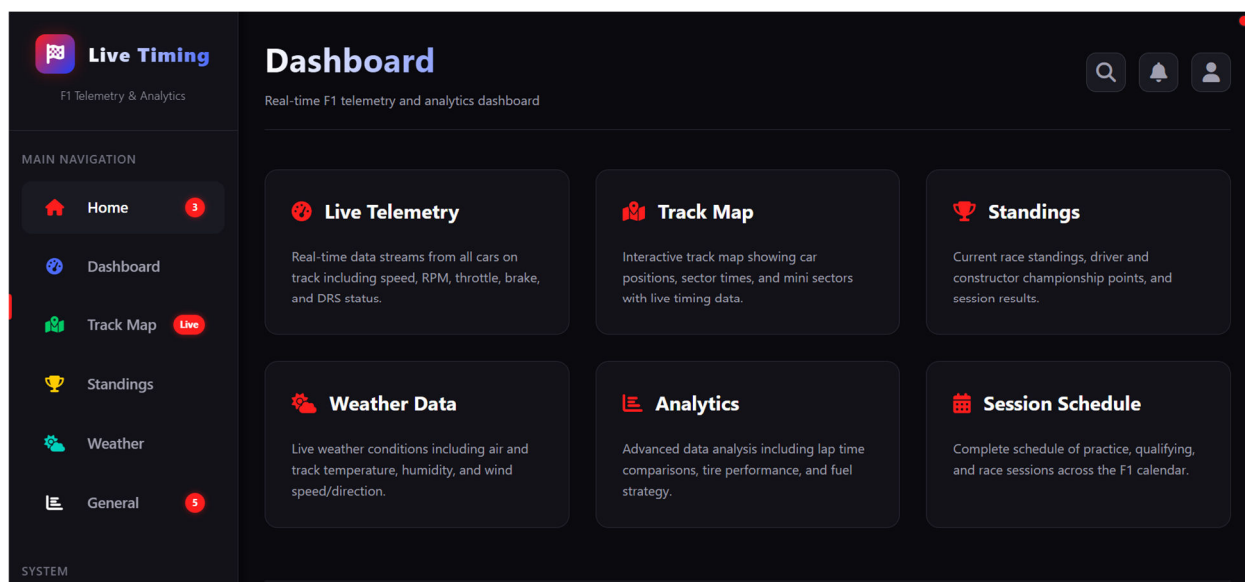


Рисунок 1 - Прототип главной страницы веб-приложения

Интерфейс включает левую панель навигации (Home, Dashboard, Track Map, Standings, Weather, Analytics), центральную область с графиками телеметрии (скорость, обороты, газ/тормоз) и правую панель с дополнительной информацией (позиция пилота, времена кругов, состояние шин). Такая компоновка обеспечивает быстрый доступ ко всем функциям.

Разработанное веб-приложение позволяет пользователю анализировать телеметрию болидов Формулы 1, проводить сравнение кругов и получать детальную информацию о параметрах пилотирования. Веб-приложение обладает следующими преимуществами:

- безопасность данных с шифрованием и двухфакторной аутентификацией;
- разграничение доступа для различных ролей пользователей (инженер, аналитик, гость);
- интерактивная аналитическая панель для визуализации телеметрии и сравнения кругов;
- доступ через веб-интерфейс без установки дополнительного программного обеспечения;
- высокая производительность при обработке больших объемов данных;
- интеграция с календарем гоночных сессий и системой уведомлений;
- справочные материалы по трассам и обучающий контент по анализу телеметрии.

На рынке присутствует несколько профессиональных пакетов для анализа телеметрии. Pi Toolbox (одно из самых распространённых решений в Формуле 1) предоставляет широкие

возможности для детального анализа, но требует установки на мощные рабочие станции, имеет высокий порог входа и ориентирован исключительно на инженеров.

McLaren Atlas предлагает схожий функционал, однако также является десктопным приложением с закрытым кодом. Существуют и облачные решения, например, AWS for F1, но они нацелены на крупные команды и требуют интеграции с инфраструктурой облачного провайдера.

Разработанное веб-приложение отличается доступностью, ориентацией на разные категории пользователей и возможностью гибкой настройки интерфейса под индивидуальные задачи. В отличие от аналогов, в нём реализованы современные подходы к визуализации данных (интерактивные графики D3.js, цветовое кодирование, синхронизация по времени), что повышает наглядность и скорость анализа.

Заключение. В результате анализа существующих решений для анализа телеметрии разработан программный продукт, отвечающий поставленным требованиям. Использование современных технологий, таких как FastAPI и D3.js, обеспечило высокую производительность и удобство использования. Разработанное решение упрощает процесс анализа гоночных параметров и может быть использовано как для самостоятельного изучения телеметрии, так и в качестве вспомогательного инструмента для гоночных инженеров. Приложение соответствует поставленным требованиям и готово к дальнейшему внедрению и тестированию в реальных условиях. В дальнейшем планируется расширение функционала приложения, включая интеграцию с реальными источниками телеметрии для автоматического получения данных и возможность синхронизации с профессиональными гоночными симуляторами [4]. Это позволит повысить точность анализа и обеспечить более тесное взаимодействие между инженерами и пилотами.

Список литературы

1. Holt, J. *Statistical Analysis of Important Factors Affecting Performance in Formula 1 Racing* [Electronic resource] / J. Holt // Thesis, New College of Florida. – 2026. – Mode of access: https://digitalcommons.ncf.edu/theses_etds/6771/ – Date of access: 03.03.2026.
2. Todd, J. *Explainable Time Series Prediction of Tyre Energy in Formula One Race Strategy* [Electronic resource] / J. Todd, J. Jiang, A. Russo, S. Winkler, S. Sale, J. McMillan, A. Rago // arXiv preprint. – 2025. – No. arXiv:2501.04067. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/2501.04067> – Date of access: 05.03.2026.
3. Sasikumar, A. *Data-driven pit stop decision support for Formula 1 using deep learning models* [Electronic resource] / A. Sasikumar, A.A. Leema, P. Balakrishnan // *Frontiers in Artificial Intelligence*. – 2025. – Vol. 8. – Article 1673148. – Mode of access: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2025.1673148> – Date of access: 06.03.2026.
4. Shehadeh, S. *Efficient Trajectory Optimization for Autonomous Racing via Formula-1 Data-Driven Initialization* [Electronic resource] / S. Shehadeh, L. Kutsch, N. Dengler, S. Pan, M. Bennewitz // arXiv preprint. – 2026. – No. arXiv:2603.07126. – Mode of access: <https://arxiv.org/html/2603.07126v1> – Date of access: 08.03.2026.

UDC 004.42:004.6:796.71

WEB APPLICATION FOR TELEMETRY ANALYSIS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Herasimau K.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parkhomenko D.A. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article presents a web application for analyzing Formula 1 telemetry data, developed using Python, FastAPI, and D3.js. The application is intended for engineers, analysts, and motorsport enthusiasts. It provides real-time data visualization, lap comparison, and an interactive track map. The goal is to simplify racing data analysis and make it accessible to a wide audience.

Keywords: web application, telemetry, Formula 1, data analysis, Python, visualization.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДБОР ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ»

Кицун Д.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – магистр техн. и тех., ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается веб-приложение для персонализированного подбора образовательных курсов, а также его эргономическое обеспечение. Описаны ключевые функции системы, которая использует информацию о предпочтениях пользователя для формирования индивидуальных рекомендаций. Выделены такие функции, как определение образовательных предпочтений, создание индивидуального плана обучения, работа с каталогом курсов и страницей конкретной образовательной программой, оставление отзывов, ведение личного кабинета пользователя и настройка параметров системы. Выполнен анализ современных подходов к созданию рекомендательных систем и оценка эргономических характеристик разрабатываемого интерфейса. Построена диаграмма вариантов использования, которая представляет взаимодействие пользователя с основными функциями веб-приложения.

Ключевые слова: веб-приложение, Python, Django, PyCharm, пользователь, диаграмма вариантов использования.

Введение. Развитие цифровых технологий привело к росту числа образовательных платформ, однако разнообразие курсов затрудняет выбор программы, соответствующей личным интересам, опыту и профессиональным целям пользователя. Каталоги предлагают избыточную информацию, плохо структурированную и неудобную для анализа, что увеличивает временные затраты на поиск подходящего курса.

Проблема заключается в обработке большого объема разнородных данных: содержания курсов, квалификации педагогов, форматов обучения, стоимости, длительности, наличия отзывов и сертификатов. Отсутствуют стандартные инструменты сравнения и фильтрации, заставляя пользователей тратить много времени на самостоятельный поиск и анализ.

Для решения проблемы необходимы специализированные веб-сервисы, автоматически обрабатывающие данные и формирующие персональные рекомендации. Они смогут учитывать предпочтения пользователей, предыдущий опыт, профессиональные интересы и создавать удобные интерфейсы с интуитивной навигацией, понятным отображением сравнительных характеристик и адаптацией к разным устройствам.

Таким образом, создание удобного и эффективного инструмента позволит значительно упростить выбор курсов, снизит информационную нагрузку и повысит точность удовлетворения образовательных запросов пользователей.

Основная часть. Техническая реализация веб-приложения выполнена на языке Python с использованием фреймворка Django. Django представляет собой бесплатный фреймворк с открытым исходным кодом, который получил широкое распространение благодаря своей полнофункциональности и безопасности. Его ключевая особенность заключается в наличии встроенных инструментов для решения большинства типовых задач, включая объектно-реляционное отображение, панель администратора и механизмы аутентификации. Фреймворк разрабатывался с учетом требований к масштабируемости, что позволяет создавать как небольшие проекты, так и высоконагруженные системы, способные обрабатывать значительные объемы данных. Безопасность обеспечивается встроенной защитой от распространенных уязвимостей, а наличие обширного сообщества и качественной документации упрощает процесс разработки и поддержки приложений. Дополнительным преимуществом является гибкость архитектуры, позволяющая повторно использовать код и адаптировать готовые компоненты под специфику конкретного проекта [1].

Эффективность работы разработчика во многом определяется не только знанием фреймворка, но и инструментами, которыми он пользуется. В качестве интегрированной среды разработки был выбран PyCharm – мощный инструмент для языка Python, созданный компанией JetBrains. PyCharm объединяет в себе множество функций, необходимых для эффективного программирования, включая написание, тестирование, отладку и запуск кода в едином интерфейсе [2].

Проектируемое веб-приложение ориентировано на создание комфортной, интуитивно понятной и эффективной среды для взаимодействия пользователя с образовательным контентом. Ключевое преимущество системы заключается в индивидуальной настройке и адаптации под запросы каждого пользователя. Когда новый участник регистрируется в приложении, он сразу получает возможность выбрать категорию курсов, которая соответствует его интересам и целям, после чего программа регулярно обновляет предложение, исходя из активности и предпочтений пользователя, предлагая всё новые интересные материалы.

Простота интерфейса достигается благодаря ясной структуре и минимальным усилиям для освоения функционала. Главная страница отображает самые актуальные и рекомендуемые курсы, сгруппированные по тематическим направлениям, при этом каждый элемент страницы спроектирован так, чтобы минимизировать нагрузку на внимание пользователя и ускорить процесс принятия решения. Цветовая гамма интерфейса подчёркивает функциональность элементов и делает визуальное восприятие лёгким и приятным, позволяя сосредоточиться именно на содержании учебных материалов. Особое внимание уделено обратной связи: любое мнение реального ученика ценится высоко, поэтому каждый посетитель сможет оценить качество курса и поделиться впечатлениями, оставляя комментарии и рейтинги. Такой подход создаёт доверительную атмосферу и даёт уверенность новым участникам при выборе образовательной программы. Благодаря комплексному подходу, каждый студент находит подходящее образование быстро и комфортно, формируя собственный уникальный путь профессионального роста.

На этапе проектирования важным шагом является описание функциональных требований к системе, для чего используется универсальный язык моделирования, а именно диаграмма вариантов использования, или прецедентов. Диаграмма прецедентов представляет собой графическое изображение вариантов использования системы, акторов и их взаимодействия в виде эллипсов и прямоугольников, где варианты использования описывают функциональность системы с точки зрения ее пользователей, а акторы представляют внешние сущности, которые взаимодействуют с системой [3]. Разработанная диаграмма вариантов использования демонстрирует ключевые сценарии взаимодействия пользователя с образовательной онлайн-платформой, охватывая процессы регистрации и аутентификации, создание и управление личной коллекцией курсов, прохождение учебного процесса с выполнением заданий и контролем прогресса, оплату услуг и коммуникацию с поддержкой. Центральное место в этой модели занимает взаимодействие пользователя с учебными материалами, получение консультаций и обратной связи, а также завершение обучения с получением сертификата. Диаграмма подчеркивает целостность и удобство пользовательского опыта на каждом этапе образовательного маршрута, закладывая основу для дальнейшей разработки архитектуры базы данных и пользовательского интерфейса.

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

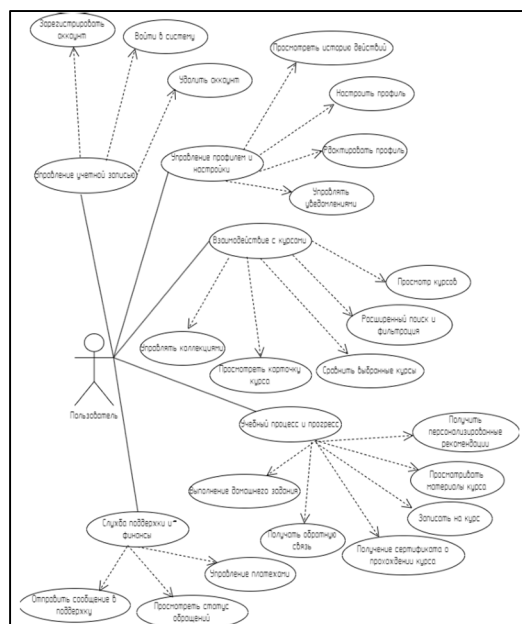


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования

Диаграмма наглядно показывает функциональные возможности системы, предоставленные пользователю, а также их взаимосвязи.

Заключение. Персонализированная веб-платформа для подбора образовательных курсов станет современным и эффективным цифровым инструментом, доступным широкому кругу пользователей. Применение инновационных технологических решений обеспечит удобную и рациональную организацию процесса выбора образовательных программ, значительно повысив качество и скорость принятия решений пользователями.

Список литературы

1. Введение в Django [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/python/django/1.1.php>. Дата доступа: 22.02.2026
2. PyChart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kurshub.ru/journal/blog/pycharm-eto/>. Дата доступа: 22.02.2026
3. Диаграмма вариантов использования (Use Case Diagram) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itonboard.ru/analysis/629-diagramma_variantov_ispolzovaniya_use_case_diagram/. Дата доступа: 24.02.2026

UDC 004.774:37.091.214.18

WEB APPLICATION PERSONALIZED SELECTION OF EDUCATIONAL COURSES AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Kitsun D.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Parhomenko D.A. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. The paper considers a web application for the personalized selection of educational courses, as well as its ergonomic support. The key functions of the system, which uses information about user preferences to form individual recommendations, are described. Such functions as determining educational preferences, creating an individual training plan, working with the course catalog and the page of a specific educational program, leaving feedback, maintaining a user's personal account and configuring system parameters are highlighted. An analysis of modern approaches to the creation of recommendation systems and an assessment of the ergonomic characteristics of the interface being developed are performed. The use cases diagram is constructed. It represents the user's interaction with the main functions of the web application.

Keywords: web application, Python, Django, PyCharm, user, use case diagram.

ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ УСТАЛОСТИ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Замотаев А.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Егоров В.В. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В условиях роста объёма цифровой информации и увеличения продолжительности работы за компьютером возрастает риск когнитивной перегрузки и интеллектуальной усталости пользователей. В работе рассматривается разработка веб-платформы, предназначенной для мониторинга уровня когнитивной нагрузки и поддержки пользователей при выполнении интеллектуальных задач. Предложена архитектура системы, включающая модули анализа активности пользователя, оценки когнитивной нагрузки и формирования рекомендаций по оптимизации режима работы. Рассмотрены эргономические аспекты интерфейса и методы визуализации состояния пользователя. Показано, что применение подобной платформы может способствовать снижению интеллектуальной усталости и повышению эффективности работы.

Ключевые слова: когнитивная нагрузка, интеллектуальная усталость, веб-платформа, мониторинг активности, эргономика интерфейса, продуктивность.

Введение. Современная профессиональная и учебная деятельность всё чаще связана с длительной работой в цифровой среде. Постоянное взаимодействие с информационными системами, многозадачность и необходимость обработки больших объёмов данных приводят к повышению когнитивной нагрузки на пользователя. При длительном воздействии это может вызывать интеллектуальную усталость, снижение концентрации внимания и падение эффективности деятельности [1]. Одним из направлений решения данной проблемы является разработка цифровых инструментов, позволяющих анализировать состояние пользователя и адаптировать рабочий процесс с учётом его когнитивных возможностей. Современные веб-технологии позволяют создавать платформы, которые способны отслеживать активность пользователя, оценивать уровень нагрузки и предоставлять рекомендации по оптимизации режима работы.

Целью данной работы является разработка концепции веб-платформы для мониторинга и управления когнитивной нагрузкой пользователя, а также исследование эргономических принципов её интерфейса.

Основная часть. Предлагаемая веб-платформа ориентирована на мониторинг когнитивной активности пользователя и формирование рекомендаций, направленных на снижение интеллектуальной усталости. В отличие от обычных инструментов отслеживания времени работы, система не ограничивается фиксацией продолжительности активности, а анализирует совокупность параметров взаимодействия пользователя с интерфейсом, позволяющих оценивать уровень когнитивной нагрузки. Полученные данные структурируются в базе данных и используются для построения статистики активности, выявления признаков перегрузки и генерации рекомендаций по оптимизации режима работы пользователя [2]. Архитектура системы предусматривает разграничение прав доступа и включает несколько уровней пользователей в зависимости от их роли и функциональных возможностей (таблица 1):

Таблица 1 – Уровни доступа пользователей

Уровень	Наименование	Верификация	Основные права
0	Гость	Не требуется	Просмотр общей информации о платформе
1	Пользователь	Регистрация по электронной почте	Доступ к личному кабинету, просмотр собственных показателей когнитивной нагрузки, получение базовых рекомендаций по снижению интеллектуальной усталости
2	Зарегистрированный пользователь	Подтверждение электронной почты и заполнение профиля	Полный доступ к функциям мониторинга активности, просмотр статистики за выбранные периоды времени, получение персонализированных рекомендаций и уведомлений
3	Специалист (психолог / исследователь)	Подтверждение учётной записи администратором	Доступ к обезличенной аналитике пользователей, анализ статистических данных, формирование рекомендаций и методических материалов
4	Администратор	-	Управление пользователями, настройка параметров анализа когнитивной нагрузки, контроль работы платформы, просмотр статистики использования системы, управление контентом и настройками платформы

Функциональная архитектура платформы включает несколько ключевых модулей: модуль сбора данных активности пользователя, модуль анализа когнитивной нагрузки, модуль управления состоянием пользователя и модуль визуализации результатов анализа.

Модуль сбора данных активности пользователя предназначен для регистрации параметров взаимодействия пользователя с системой. В качестве входных данных анализируются различные характеристики поведения пользователя, включая продолжительность непрерывной работы, частоту взаимодействия с интерфейсом, скорость выполнения операций и частоту переключения между задачами. Сбор данных осуществляется с использованием клиентских скриптов, фиксирующих события пользовательского взаимодействия (нажатия клавиш, перемещения указателя, переходы между элементами интерфейса). Полученная информация агрегируется и передаётся на серверную часть системы для дальнейшей обработки.

Модуль анализа когнитивной нагрузки выполняет обработку полученных данных и вычисляет интегральный показатель когнитивной нагрузки пользователя. Оценка производится на основе набора статистических показателей и эвристических правил, отражающих особенности взаимодействия человека с компьютерной системой. Подобные методы широко применяются в исследованиях взаимодействия человека и компьютера и позволяют выявлять признаки снижения концентрации внимания и роста интеллектуальной усталости [2].

Для оценки состояния пользователя используются такие показатели, как коэффициент интенсивности работы, коэффициент переключения задач, стабильность взаимодействия с интерфейсом и длительность непрерывной когнитивной активности. На основе совокупности этих параметров система определяет текущий уровень когнитивной нагрузки, который может быть классифицирован как низкий, средний или высокий. Модуль визуализации и пользовательского интерфейса обеспечивает представление результатов анализа в удобной и наглядной форме. В интерфейсе реализуются индикаторы текущего уровня когнитивной нагрузки, графики изменения активности пользователя во времени и статистика периодов работы и отдыха. При проектировании интерфейса учитываются принципы эргономики и пользовательского опыта: минимизация визуальной перегрузки, использование простых графических элементов и ненавязчивых уведомлений [3].

Модуль управления состоянием пользователя отвечает за формирование рекомендаций на основе результатов анализа. Если система фиксирует повышение когнитивной нагрузки или длительное время непрерывной работы, пользователю предлагаются рекомендации по оптимизации режима деятельности. Такие рекомендации могут включать предложение сделать кратковременный перерыв, изменить тип выполняемой задачи или снизить интенсивность

работы. Подобный подход соответствует принципам эргономического проектирования рабочих процессов, направленных на предотвращение переутомления и повышение эффективности деятельности человека [4].

Дополнительно система может формировать аналитические отчёты за различные временные периоды (день, неделя, месяц), позволяя пользователю анализировать собственные рабочие привычки и выявлять факторы, влияющие на возникновение интеллектуальной усталости. Подобные инструменты самоанализа широко применяются в современных системах поддержки продуктивности и позволяют повысить осознанность пользователя в отношении собственной когнитивной активности [5].

Монетизация платформы может быть реализована через несколько направлений. Базовые функции системы могут предоставляться бесплатно, а расширенные возможности аналитики и персонализированные рекомендации – по подписке.

Платформа также может использоваться организациями для анализа когнитивной нагрузки сотрудников и оптимизации рабочих процессов. Дополнительно возможны партнёрские интеграции с образовательными сервисами и системами управления задачами, а также предоставление решения по модели White Label для компаний и образовательных учреждений.

Заключение. В работе предложена концепция веб-платформы для мониторинга и управления когнитивной нагрузкой пользователя. Рассмотрена архитектура системы, включающая модули сбора и анализа данных активности, формирования рекомендаций и визуализации состояния пользователя. Применение подобных систем может способствовать снижению интеллектуальной усталости, повышению эффективности деятельности пользователей и более рациональной организации работы в цифровой среде.

Список литературы

1. Sweller, J. *Cognitive Load Theory* / J. Sweller. – New York: Springer, 2011. – 402 p.
2. Wickens, C. *Engineering Psychology and Human Performance* / C. Wickens, J. Hollands. – New York: Routledge, 2015. – 624 p.
3. Nielsen, J. *Usability Engineering* / J. Nielsen. – San Diego: Academic Press, 1993. – 362 p.
4. Norman, D. *The Design of Everyday Things* / D. Norman. – New York: Basic Books, 2013. – 368 p.
5. Lazar, J. *Human-Computer Interaction* / J. Lazar, J. Feng, H. Hochheiser. – Cambridge: Morgan Kaufmann, 2017. – 464 p.

UDC [004.774+379.8]:331.101.1-047.74

WEB PLATFORM FOR MONITORING AND MANAGING COGNITIVE LOAD TO REDUCE MENTAL FATIGUE AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Zamotaev A.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Egorov V.V. – Senior lecturer at the Department of EPE

Annotation. The increasing amount of digital information and prolonged computer use lead to a higher risk of cognitive overload and mental fatigue. This paper presents the development of a web platform designed to monitor cognitive load and support users during intellectual work. The proposed system architecture includes modules for user activity analysis, cognitive load assessment, and recommendation generation. Ergonomic aspects of the interface and visualization methods are also discussed. The implementation of such a platform can help reduce mental fatigue and improve user productivity.

Keywords: cognitive load, mental fatigue, web platform, activity monitoring, interface ergonomics, productivity.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Глушко А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной работе решается задача создания веб-приложения для изучения истории Великой Отечественной войны с использованием современных технологий. Разрабатываемая система обеспечивает удобный интерфейс, быструю обработку данных и эффективные образовательные подходы.

Ключевые слова: история, веб-приложение, образование, интерактивная карта, алгоритм.

Введение. В современном мире процессы цифровизации охватывают все сферы общественной жизни, включая историческое образование и сохранение культурного наследия. С развитием интернет-технологий перед пользователями открываются широкие возможности для изучения прошлого. Однако возрастающее количество исторических материалов, представленных в сети, порождает и новую проблему – проблему навигации в информационном пространстве и отделения достоверных сведений от поверхностных или искаженных трактовок.

Особую значимость эта проблема приобретает в контексте изучения событий Великой Отечественной войны. Являясь ключевым событием в истории Беларуси и других государств постсоветского пространства, война 1941–1945 годов продолжает оставаться объектом пристального общественного внимания.

Однако традиционные методы преподавания и изучения истории сталкиваются с вызовами современного цифрового поколения. Как отмечает учитель истории Я.В. Полубан, «традиционные методы преподавания истории, безусловно, имеют свою ценность. Но давайте будем честны: для многих учеников прошлое кажется далеким и неинтересным. Цифровые же технологии открывают новые горизонты, позволяя сделать прошлое живым и наглядным» [1]. Эту мысль развивает Е.А. Фесенко, подчеркивая, что «в современном мире, пронизанном цифровыми технологиями, традиционные методы преподавания истории часто оказываются неэффективными. В этой ситуации ИКТ становятся мощным инструментом, позволяющим сделать историю интересной, доступной и актуальной для современного поколения» [2].

Существующие на сегодняшний день интернет-ресурсы, посвященные Великой Отечественной войне, представлены преимущественно электронными архивами, энциклопедиями и новостными порталами. При всей их ценности они обладают рядом ограничений: информация в них часто фрагментирована по различным источникам, отсутствует единая система навигации.

Таким образом, возникает объективная потребность в создании специализированного веб-приложения, которое объединило бы в себе функции каталогизации исторических материалов, интерактивной навигации по временной и пространственной шкале, а также инструменты для проверки и закрепления полученных знаний.

Основная часть. Разрабатываемое веб-приложение представляет собой специализированную информационно-образовательную платформу, построенную по клиент-серверной архитектуре. Клиентская часть, реализованная как веб-интерфейс, доступный через браузер, обеспечивает взаимодействие пользователя с системой. Серверная часть отвечает за хранение и обработку структурированных исторических данных, аутентификацию пользователей, формирование персонализированных подборок и предоставление API для клиентского приложения. Основное назначение платформы – систематизация знаний о Великой Отечественной войне и предоставление пользователям инструментов для их последовательного и глубокого изучения.

В отличие от традиционных электронных библиотек и архивов, где навигация ограничивается рубриками, и, поиском по ключевым словам, предлагаемое решение реализует многоуровневую систему организации исторического контента, объединяющую хронологический, пространственный и тематический подходы к структурированию информации.

Хронологический подход реализуется через интерактивный исторический календарь, позволяющий пользователю перемещаться по датам Великой Отечественной войны и получать релевантную временному периоду подборку материалов. Пространственный подход обеспечивается интерактивным историческим атласом с возможностью визуализации боевых действий и изменения линии фронта в привязке к конкретным датам. Тематический подход реализуется через систему рубрикации контента по разделам: «Сражения», «Личности», «Техника и вооружение», «Тыл», «Оккупация и партизанское движение», «Культура военных лет», «Международные отношения».

Объединение трех подходов в единой платформе создает необходимый эффект: пользователь получает возможность изучать исторические события одновременно в их временной последовательности, географической привязке и тематической взаимосвязи.

Таким образом, в основе разрабатываемого приложения лежит концепция интеграции разнородных исторических данных в единое информационное пространство с возможностью навигации и персонализации образовательного процесса. Это позволяет преодолеть фрагментарность знаний, характерную для бессистемного изучения истории, и сформировать у пользователя целостное представление о событиях Великой Отечественной войны.

Заключение. Современные веб-приложения прочно закрепились в жизни каждого человека. Каждый популярный сервис стремится стать удобным инструментом для решения конкретных задач. Веб-приложение для изучения истории Великой Отечественной войны должно дополнить перечень решений в области образовательных ресурсов переосмысленным функционалом и стать хорошим помощником в одной из важных составляющих жизни человека – сохранении исторической памяти.

Список литературы

1. Полубан, Я.В. Цифровые технологии в преподавании истории [Электронный ресурс] / Я.В. Полубан // Образовательный портал Инфоурок. – 2026. – Режим доступа: <https://infourok.ru>. – Дата доступа: 9.03.2026.
2. Фесенко, Е.А. Формирование исторической грамотности с помощью цифровых ресурсов: опыт и перспективы [Электронный ресурс] / Е.А. Фесенко // Академия педагогических проектов РФ. – 2025. – Режим доступа: <https://педакадемия.рф>. – Дата доступа: 9.03.2026.

UDC 004.738.5:94

WEB APPLICATION FOR STUDYING THE HISTORY OF THE GREAT PATRIOTIC WAR

Hlushko A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. of Sci, Professor, Professor of the Department of EPE

Annotation. This paper addresses the task of creating a web application for studying the history of the Great Patriotic War using modern technologies. The developed system provides a user-friendly interface, fast data processing, and and effective educational approaches.

Keywords: history, web application, education, interactive map, algorithm.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПОЛЕЗНЫХ НАВЫКОВ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ И ЕЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Романов К.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Егоров В.В. – старший преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности традиционных цифровых инструментов для формирования привычек, вызывающих у пользователей фрустрацию и когнитивную перегрузку. Предложена концепция интеллектуальной системы, ориентированной на психологическую адаптацию пользователя в моменты срывов. Научно обоснованы принципы эргономического обеспечения интерфейса, направленные на минимизацию стресса. Разработана сравнительная модель традиционного и адаптивного подходов к удержанию полезных навыков.

Ключевые слова: когнитивная эргономика, полезные привычки, психологическая адаптация, интеллектуальная система, микросервисная архитектура, интерфейс.

Введение. В условиях цифровизации формирование полезных навыков и поддержание психологического здоровья становится сложной задачей. Существующие трееры привычек построены на жесткой системе контроля (поддержание «непрерывной серии»). При пропуске дней возникает эффект нарушения воздержания, ведущий к чувству вины и отказу от навыка [1]. Перегруженные геймификацией интерфейсы нарушают принципы когнитивной эргономики, вызывая информационный стресс. Цель работы – концептуальное обоснование интеллектуальной системы, выступающей адаптивным помощником для эргономичной интеграции новых навыков и психологической поддержки пользователя.

Основная часть. Научное обоснование разрабатываемой системы базируется на интеграции модели поведения Б. Дж. Фогга и методов когнитивно-поведенческой терапии [2]. Согласно модели Фогга, для выполнения целевого действия необходимо одновременное совпадение трех элементов: мотивации, способности и триггера. Традиционные системы воздействуют только на триггеры (push-уведомления), игнорируя динамику мотивации и текущие психофизиологические способности человека.

Предлагаемая интеллектуальная система использует алгоритмы анализа данных для оценки текущего состояния пользователя. Принципиальное отличие системы от аналогов заключается в переходе от бинарной логики («выполнено / не выполнено») к градиентной адаптивной логике.

Ядром системы выступает интеллектуальный агент, анализирующий паттерны поведения пользователя. В случае выявления систематических пропусков выполнения привычки система не отправляет стандартизированное напоминание, а активирует модуль психологической адаптации. Пользователю предлагается короткий эргономичный опросник (шкала Лайкерта или выбор эмоциональных паттернов) для выявления причины фрустрации: усталость, нехватка времени, потеря смысла.

На основе полученных данных система применяет стратегию «микрошагов» (Micro-stepping). Например, если у пользователя нет ресурса на чтение 20 страниц книги, система легитимизирует снижение нагрузки и предлагает прочитать всего 1 абзац. С психологической точки зрения это предотвращает разрыв «петли привычки» и сохраняет нейронную связь между триггером и действием, исключая чувство вины [3].

Эффективность интеллектуальных алгоритмов напрямую зависит от того, насколько эргономично они представлены пользователю. Проектирование визуальной среды приложения опирается на принципы инженерной психологии и направлено на радикальное снижение когнитивной нагрузки.

Визуальный минимализм и управление вниманием. Интерфейс строится по принципу прогрессивного раскрытия информации (Progressive Disclosure). На главном экране

отображается не более 3–4 приоритетных элементов (правило Миллера, 7 ± 2 , адаптированное для условий цифрового стресса). Вторичные функции (статистика, настройки) скрыты на нижних уровнях навигации, что исключает расфокусировку внимания.

Цветовая эргономика. В отличие от стандартных приложений, использующих красный цвет для обозначения просроченных задач, разрабатываемая система исключает агрессивные паттерны. Пропуски маркируются нейтральными оттенками (серый, приглушенный синий), что на уровне подсознания снижает выработку кортизола (гормона стресса) при взаимодействии с интерфейсом.

Эргономика взаимодействия (Interaction Design). Система минимизирует количество кликов для подтверждения действия (закон Хика). Используются плавные микроанимации, которые, согласно исследованиям в области когнитивной эргономики, обеспечивают мозгу необходимую микропаузу для осознания завершенности действия и получения дофаминового подкрепления.

Экологичность уведомлений. Реализован механизм «тихих часов» и интеллектуальной маршрутизации уведомлений. Система обучается определять периоды максимальной когнитивной загруженности пользователя и откладывает доставку сообщений до моментов естественных пауз в течение дня.

Комплексное применение описанных принципов позволяет создать цифровую среду, которая не воспринимается человеком как враждебная или требующая постоянного напряжения, что критически важно для этапа психологической адаптации.

Заключение. Предложена концепция интеллектуальной системы формирования полезных навыков, в основе которой лежат принципы инженерной психологии и когнитивно-поведенческой терапии. Доказано, что традиционные методы жесткого трекинга провоцируют фрустрацию и отказ от формирования привычки. Внедрение интеллектуальных агентов, способных адаптировать сложность задачи под текущее психоэмоциональное состояние пользователя, в сочетании с глубоким эргономическим обеспечением интерфейса (снижение когнитивной нагрузки, отсутствие агрессивных триггеров) позволяет создать эффективный инструмент не только для тайм-менеджмента, но и для сохранения ментального здоровья в условиях высоких информационных нагрузок.

Список литературы

1. Duhigg, C. *The Power of Habit: Why We Live and Work the Way We Do* / C. Duhigg. Moscow: AST, 2017. 416 p.
2. Fogg, B.J. *Nanohabits: Small Steps to Make a Big Difference* / B.J. Fogg. Moscow: Bombora, 2021. 320 p.
3. Munipov, V.M. *Ergonomics: Human-Centered Design of Technology, Software, and the Environment* / V.M. Munipov, V.P. Zinchenko. Moscow: Logos, 2001. 356 p.
4. Piskun, G. A. *Cognitive Ergonomics of User Interfaces in Habit-Forming Applications* / G. A. Piskun, T. V. Kazak // *Journal of Engineering Psychology and Cognitive Technologies*. 2023. Vol. 5, No 2. P. 112–125.

UDC [004.774+379.8]:331.101.1-047.74

INTELLIGENT SYSTEM FOR THE FORMATION AND SUPPORT OF USEFUL HABITS AND PSYCHOLOGICAL ADAPTATION AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Ramanau K. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Egorov V.V. – Senior lecturer of the Department EPE

Annotation. The article considers the problem of low efficiency of traditional digital tools for habit formation, which cause user frustration and cognitive overload. The concept of an intelligent system focused on the psychological adaptation of the user in moments of breakdown is proposed. The principles of ergonomic support of the interface aimed at minimizing stress are scientifically substantiated. A comparative model of traditional and adaptive approaches to the retention of useful skills is developed.

Keywords: cognitive ergonomics, useful habits, psychological adaptation, intelligent system, frustration, cognitive load.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ЗАПАСОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ И ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Шамрило И.Г.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Швед Е.И. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. В работе рассматривается разработка программного обеспечения для автоматизации учета и контроля хранения опасных химических веществ. Описана архитектура приложения, реализованная на языке C++ с использованием фреймворка Qt. Особое внимание уделено алгоритмам проверки совместимости веществ при размещении на складе, контролю сроков годности и реализации системы отчетности. Предложенное решение направлено на снижение рисков аварийных ситуаций и повышение уровня промышленной безопасности.

Ключевые слова: автоматизация учета, опасные вещества, химическая безопасность, Qt, C++, PostgreSQL.

Введение. Обеспечение безопасного хранения химических веществ является важнейшей задачей для промышленных предприятий, научно-исследовательских лабораторий и образовательных организаций. Нарушение условий хранения, размещение несовместимых реагентов или использование веществ с истекшим сроком годности может привести к пожарам, выбросам токсичных веществ и другим чрезвычайным ситуациям [1].

Традиционные методы учета, основанные на бумажных журналах или универсальных электронных таблицах, не обеспечивают автоматизированного контроля совместимости и сроков годности. Отсутствие встроенных механизмов валидации увеличивает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Целью работы является разработка специализированной информационной системы мониторинга и контроля запасов опасных веществ, обеспечивающей централизованный учет, автоматическую проверку условий хранения и формирование отчетности.

Основная часть. Разработанная система представляет собой клиентское приложение, реализованное на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt [2]. Выбор данной технологической платформы обусловлен необходимостью создания производительного и устойчивого программного решения с удобным графическим интерфейсом. Для хранения и обработки данных применяется система управления базами данных PostgreSQL, обеспечивающая поддержку конкурентного доступа и разграничение прав пользователей. Использование PostgreSQL позволяет организовать централизованную структуру хранения информации и обеспечить одновременную работу нескольких сотрудников склада или лаборатории [3].

Информационная модель системы охватывает сведения о химических веществах, их партиях, местах хранения и операциях движения. В каталоге веществ фиксируются наименование, CAS-номер, класс опасности согласно глобальной гармонизированной системе классификации и маркировки химических веществ (GHS), а также дополнительные характеристики, влияющие на условия хранения [4]. Учет ведется по партиям, каждая из которых имеет уникальный идентификатор, дату поступления, срок годности, количество и серийный номер. Пространственная организация склада представлена иерархической структурой, включающей сектора, стеллажи и отдельные ячейки, для которых задаются допустимые параметры температуры, влажности и предельная вместимость.

Ключевым элементом системы является алгоритм приёма партии химического вещества на склад с автоматической проверкой совместимости, данный алгоритм представлен на рисунке 1. Алгоритм реализует многоуровневую систему контроля, охватывающую все этапы от ввода данных до окончательного размещения партии в ячейке хранения.

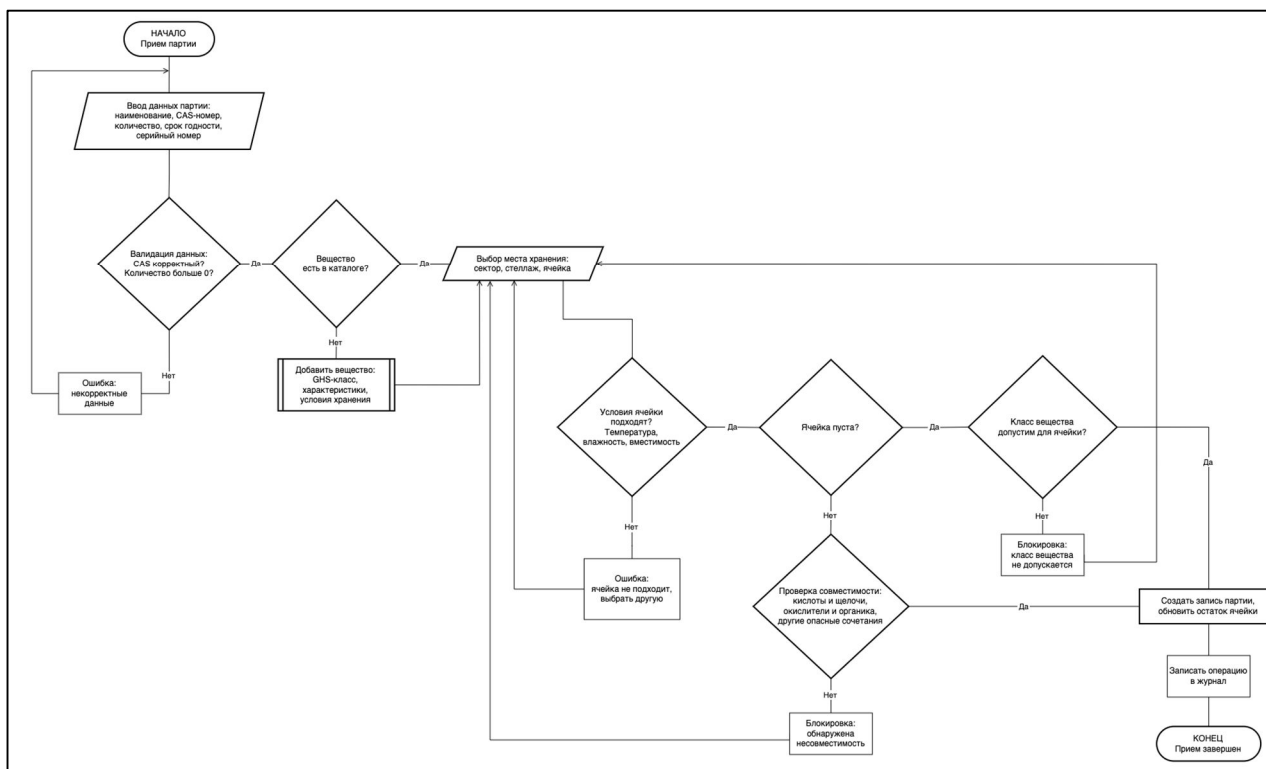


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма приёма партии химического вещества на склад с проверкой совместимости

На первом этапе оператор вводит данные поступающей партии: CAS-номер вещества, количество, срок годности и серийный номер. Система выполняет валидацию введённых данных, проверяя корректность формата CAS-номера, положительность количества и допустимость указанного срока годности. В случае обнаружения ошибок оператору предлагается повторить ввод.

Далее выполняется проверка наличия вещества в каталоге системы. Если вещество с указанным CAS-номером отсутствует, оператору предлагается создать новую запись с указанием класса опасности по GHS, физико-химических характеристик и требуемых условий хранения. После идентификации вещества оператор выбирает ячейку для размещения партии из иерархической структуры склада.

На следующем этапе система проверяет соответствие условий выбранной ячейки требованиям хранения данного вещества. Контролируются допустимые диапазоны температуры и влажности, а также свободная вместимость ячейки. Если условия не соответствуют требованиям, операция отклоняется с предложением выбрать альтернативную ячейку.

Центральным звеном алгоритма является проверка совместимости размещаемого вещества с уже хранящимися в ячейке реагентами. Если ячейка пуста, выполняется проверка допустимости класса вещества для данной ячейки в соответствии с заданными ограничениями хранения. Если в ячейке уже содержатся другие партии, система анализирует принадлежность добавляемого и имеющихся веществ к функциональным группам и сопоставляет их на предмет потенциально опасных сочетаний: кислот и щелочей, окислителей и органических соединений, а также иных опасных комбинаций. Анализ выполняется на основе формализованных правил, заложенных в базе данных, что позволяет гибко расширять перечень проверок без изменения общей архитектуры системы. При выявлении несовместимости операция блокируется, пользователю выводится предупреждение с указанием конкретных конфликтующих веществ, а факт попытки некорректного размещения фиксируется в журнале инцидентов. Таким образом, алгоритм обеспечивает не только контроль текущей операции, но и формирование базы данных потенциально опасных ситуаций.

При успешном прохождении всех проверок в базе данных создается запись о новой партии, обновляется информация о заполненности ячейки, а в журнал операций вносится запись о приеме с указанием ответственного сотрудника, даты и времени выполнения.

Все операции приема, отпуска, перемещения и списания фиксируются в журнале с указанием пользователя, даты и основания выполнения действия. Предусмотрено ведение журнала инцидентов, в котором регистрируются случаи нарушения условий хранения или попытки выполнения некорректных операций.

Заключение. Разработанная система мониторинга и контроля запасов опасных веществ представляет собой специализированное программное решение, ориентированное на обеспечение промышленной и лабораторной безопасности. Использование языка C++ и фреймворка Qt позволило создать производительное клиентское приложение, а применение PostgreSQL обеспечило надежное централизованное хранение данных и поддержку многопользовательского режима.

Внедрение системы способствует снижению риска аварийных ситуаций за счет автоматической проверки корректности размещения химических веществ, предотвращению использования просроченных реагентов и повышению прозрачности складских операций. Перспективы дальнейшего развития связаны с интеграцией системы с датчиками мониторинга микроклимата и расширением аналитических возможностей для прогнозирования потребности в химических реагентах.

Кроме того, разработанное решение может использоваться не только в промышленных условиях, но и в учебных лабораториях и научно-исследовательских центрах, где требуется строгий учет химических реагентов. Универсальность архитектуры и возможность масштабирования делают систему перспективной основой для построения комплексных платформ управления химической безопасностью.

Список литературы

1. Поляков, В. В. Основы безопасности труда и промышленной экологии : учебное пособие / В. В. Поляков. – Москва : КНОРУС, 2020. – 256 с.
2. Шлее, М. Qt 6. Разработка оконных приложений на C++ / М. Шлее. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 1024 с.
3. Моргунов, Е. П. PostgreSQL. Основы языка SQL : учебное пособие / Е. П. Моргунов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 336 с.
4. ГОСТ 31340-2013. Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2014. – 46 с.

UDC 004.9:661

SYSTEM OF MONITORING AND CONTROL OF STOCKS OF DANGEROUS SUBSTANCES AND CHEMICAL COMPOUNDS

Shamryla I.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Shved E.I. – Assistant of the department of EPE

Annotation. The paper considers the development of software for automation of accounting and control of storage of hazardous chemicals. The architecture of the application, implemented in C++ using the Qt framework, is described. Special attention is paid to the algorithms for checking the compatibility of substances during storage, expiration dates and the implementation of a reporting system. The proposed solution is aimed at reducing the risks of emergency situations and increasing the level of industrial safety.

Keywords: accounting automation, hazardous substances, chemical safety, Qt, C++, PostgreSQL.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ «АГРЕГАТОР ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ» И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Трушко Р.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Давыдович К.И. – ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Рассмотрены основные функции веб-приложения «Агрегатор общественных мероприятий», предоставляющего пользователям единую платформу для поиска, фильтрации и записи на мероприятия, а организаторам – инструменты публикации и управления объявлениями. Описаны функции поиска и фильтрации мероприятий, добавления в избранное, записи на участие, комментирования, уведомлений об изменениях и интеграции с календарём. Рассмотрены принципы эргономического обеспечения интерфейса на основе свойств управляемости и осваиваемости. Построена диаграмма вариантов использования.

Ключевые слова: веб-приложение, агрегатор мероприятий, React, Supabase, эргономика, пользовательский интерфейс

Введение. В современном мире общественные мероприятия – концерты, выставки, фестивали, конференции, спортивные события – играют важную роль в культурной и социальной жизни людей. Однако при растущем количестве событий основная проблема заключается в разрозненности информации: сведения о мероприятиях публикуются в социальных сетях, на сайтах организаторов, в локальных сообществах и мессенджерах, не формируя единой структуры. Пользователь вынужден вручную просматривать множество источников, что снижает вовлечённость аудитории и затрудняет планирование досуга.

Существующие аналоги – онлайн-афиши, городские порталы и сервисы продажи билетов – решают задачу лишь частично: либо не охватывают локальные и нишевые события, либо ориентированы исключительно на коммерческую составляющую и не обеспечивают удобного взаимодействия между организаторами и посетителями.

В связи с этим актуальной является разработка единой открытой платформы – агрегатора общественных мероприятий, объединяющей функции афиши, поискового сервиса и инструмента для размещения событий. Такое решение способно устранить информационный разрыв между организаторами и аудиторией, повысить видимость мероприятий и обеспечить удобный доступ к актуальной информации для широкого круга пользователей.

Основная часть. Техническая реализация приложения выполнена с использованием библиотеки React. Данный выбор обусловлен необходимостью построения производительного и масштабируемого пользовательского интерфейса с компонентной архитектурой, обеспечивающей повторное использование элементов и удобство поддержки кода [1].

В качестве серверной инфраструктуры и хранилища данных используется платформа Supabase на основе реляционной СУБД PostgreSQL. Supabase обеспечивает надёжное структурированное хранение данных о мероприятиях, пользователях и организаторах, встроенную систему аутентификации, а также механизм подписок на изменения данных в реальном времени, что гарантирует актуальность отображаемой информации [2].

Разрабатываемое приложение охватывает два ключевых сегмента пользователей: посетителей и организаторов. Для посетителей система выступает единой точкой доступа ко всем событиям с возможностью поиска, фильтрации, подписки на категории и получения уведомлений. Для организаторов – предоставляет удобный инструмент самостоятельной публикации объявлений с указанием места, времени, стоимости и дополнительных деталей.

Взаимодействие пользователя с системой начинается с процедуры регистрации и авторизации. При регистрации пользователь выбирает роль – посетитель или организатор, – после чего система отправляет письмо для подтверждения электронной почты. Вход в систему осуществляется по паре email-пароль, при этом неавторизованным пользователям доступен гостевой режим просмотра каталога мероприятий. При попытке воспользоваться

функциональностью, требующей авторизации, система перенаправляет пользователя на страницу входа, сохраняя контекст его предыдущего действия. Управление данными учётной записи, настройка уведомлений и изменение параметров профиля вынесены в отдельные разделы личного кабинета.

Ключевой функцией для посетителей является поиск и фильтрация мероприятий. Пользователь может вводить ключевые слова в строку поиска, а также применять фильтры по категории, месту проведения, дате и типу события – система динамически обновляет список результатов. Помимо этого, реализована сортировка по дате проведения, популярности и дате добавления.

Для работы с мероприятиями пользователю доступны функции добавления событий в избранное и записи на участие. При сохранении мероприятия в избранное система уведомляет пользователя о любых изменениях со стороны организатора – изменении даты, места или отмене события – посредством уведомлений в личном кабинете или по электронной почте. Запись на участие фиксируется системой с отправкой электронного подтверждения.

На странице каждого мероприятия отображается полная информация: описание, дата, адрес с картой, данные организатора и условия участия. Авторизованные пользователи могут оставлять комментарии. Реализована функция экспорта мероприятия в календарь пользователя (Google Calendar, iCal).

Для организаторов реализован полный цикл управления объявлениями: создание, редактирование и удаление мероприятий через форму с полями названия, описания, даты, места, категории и условий участия. При изменении или удалении мероприятия система автоматически уведомляет записавшихся пользователей.

Главная страница приложения является отправной точкой для обоих типов пользователей и содержит полный каталог актуальных мероприятий в виде карточек с ключевой информацией: название, дата, место проведения и категория. Навигационная панель обеспечивает быстрый доступ к основным разделам приложения – каталогу, избранному, личному кабинету и настройкам. Для предотвращения информационной перегрузки список мероприятий реализован с постраничной навигацией. На всех страницах со списками доступны единые элементы фильтрации и сортировки, что обеспечивает предсказуемость и единообразие взаимодействия пользователя с системой вне зависимости от текущего раздела.

Эргономическое проектирование интерфейса основывалось на свойствах управляемости и освояемости. В рамках управляемости обеспечены: интуитивно понятная навигация с использованием общепринятых иконок, минимальное число шагов для выполнения ключевых действий, наличие окон подтверждения для критически важных операций, визуальная обратная связь о результате любого действия пользователя, а также единообразное поведение однотипных элементов во всём приложении. В рамках освояемости применена единая ненавязчивая цветовая схема, обеспечено чёткое визуальное разграничение блоков контента, использована F-образная модель расположения элементов, привычная для большинства пользователей [3].

При выделении функциональных требований была разработана диаграмма вариантов использования приложения, отображающая основные действия пользователя и организатора, включая регистрацию и авторизацию, поиск и фильтрацию мероприятий, добавление в избранное, запись на участие, публикацию и управление объявлениями, а также настройку профиля [4].

Диаграмма вариантов использования приложения представлена на рисунке 1.

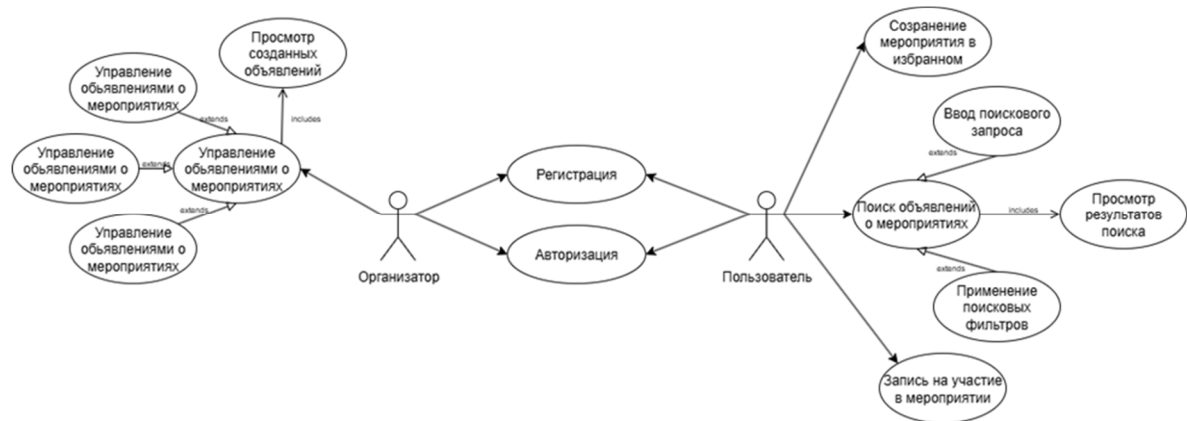


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма наглядно показывает функциональные возможности системы, предоставленные каждой роли пользователя, а также их взаимосвязи.

Заключение. Веб-приложение «Агрегатор общественных мероприятий» обеспечивает пользователям и организаторам единую платформу для эффективного взаимодействия в сфере планирования и проведения общественных событий. Благодаря использованию библиотеки React и платформы Supabase реализован производительный продукт с надёжным хранением данных и актуализацией информации в реальном времени. Реализация широкого спектра функций – от поиска и фильтрации мероприятий до интеграции с календарём и системы уведомлений – в сочетании с продуманным эргономическим обеспечением интерфейса формирует условия не только для привлечения широкой аудитории пользователей, но и, что не менее важно, для её удержания за счёт комфортного и эффективного взаимодействия с системой на постоянной основе.

Список литературы

1. React documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://react.dev/learn>. Дата доступа: 19.02.2026
2. Supabase documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://supabase.com/docs>. Дата доступа: 19.02.2026
3. Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда». Курсовое проектирование: учеб.-метод. пособие / И. Г. Шупейко. – Минск: БГУИР, 2012. – 92 с.
4. UML Use Case Diagrams [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uml-diagrams.org/use-case-diagrams.html>. Дата доступа: 19.02.2026

UDC 004.55:004.5

WEB APPLICATION «PUBLIC EVENTS AGGREGATOR» AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Trushko R.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Davydovich K.I. – Assistant of the Department of EPE

Annotation. The article examines the key features of the web application «Public Events Aggregator», which provides users with a unified platform for searching, filtering and registering for events, and gives organizers tools for publishing and managing announcements. The features described include event search and filtering, adding to favorites, participation registration, commenting, change notifications and calendar integration. The ergonomic principles of the interface design based on the properties of controllability and learnability are presented. A use case diagram is provided.

Keywords: web application, events aggregator, React, Supabase, ergonomics, user interface

ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АСТРОНОМИИ

Вербовская Е.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д.т.н., профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Аналитически исследовано влияние эргономического обеспечения на пользовательские интерфейсы веб-приложений астрономической направленности. Установлено, что снижение когнитивной нагрузки, возникающей при визуализации сложных астрономических данных, достигается при использовании специализированных UI/UX-паттернов. Предложена методика эргономического проектирования астрономических веб-приложений с помощью адаптивных интерфейсных решений.

Ключевые слова: веб-приложение, эргономическое обеспечение, интерфейс, визуализация данных, астрономия

Введение. В последние годы наблюдается стремительный рост количества цифровых астрономических ресурсов, ориентированных как на профессиональных исследователей, так и на любителей астрономии. Обилие данных, характеризующихся большим количеством параметров (например, пространственные координаты объектов, их спектральные и фотометрические характеристики, временные ряды наблюдений) выдвигает на первый план задачу создания интуитивно понятных и эффективных пользовательских интерфейсов. Недостаточное внимание к эргономическим аспектам при разработке таких систем приводит к снижению продуктивности деятельности пользователей, быстрой утомляемости и повышению порога входа в работу с ресурсом. Это особенно актуально в условиях роста объемов открытых астрономических данных и расширения возможностей веб-технологий, обеспечивающих удаленный доступ к сложным инструментам анализа.

Анализ существующих популярных астрономических веб-приложений, таких как Stellarium Web [1], Aladin Lite [2] или Sky-Map.org [3], демонстрирует, что несмотря на развитый аналитический инструментарий, их интерфейсы зачастую страдают от перегруженности избыточным или плохо структурированным функционалом. Оценка проводилась по ряду ключевых критериев: визуальная перегруженность интерфейса, наличие эффективного ночного режима, возможности поиска и сопоставления данных между различными астрономическими каталогами, а также степень адаптации к различным устройствам. Данный подход позволил выявить типичные эргономические недостатки и сформулировать научно обоснованные рекомендации для их устранения. В рамках настоящей статьи рассматриваются ключевые особенности эргономического проектирования интерфейсов, критически важные для корректного и эффективного восприятия сложной визуальной астрономической информации.

Основная часть. Эргономическое проектирование интерфейса астрономических веб-приложений имеет существенные отличия от создания стандартных информационных систем. Специфика предметной области требует междисциплинарного подхода, объединяющего принципы проектирования пользовательских интерфейсов [4], когнитивной психологии [5] и физиологии зрения [6]. Методологически исследование опиралось на комплексный анализ интерфейсов существующих веб-приложений, а также на моделирование пользовательских действий с целью выявления когнитивной нагрузки, визуальных проблем и потенциальных ошибок при поиске объектов. Анализ пользовательских сценариев, включающих перемещение по карте небесной сферы и изучение параметров астрономических объектов, позволил выделить пять ключевых аспектов эргономического обеспечения.

Физиология зрения и эффект Пуркина. Астрономические наблюдения, как правило, проводятся в условиях низкой освещенности, что делает сохранение адаптации зрения к низкой освещенности (процесса синтеза родопсина в сетчатке) критически важным [6].

Использование стандартных темных цветовых схем интерфейса, содержащих излучение в синем или белом спектре, нецелесообразно, так как даже слабое свечение может разрушить достигнутую адаптацию зрения к низкой освещенности. Оптимальным эргономическим решением является внедрение специализированного ночного режима. Такой режим предполагает отображение всего интерфейса в монохроматической красной цветовой гамме (длина волны излучения свыше 600 нм). Данный подход, основанный на феномене Пуркинье, позволяет пользователю безопасно чередовать работу с экраном монитора и визуальные наблюдения через оптические приборы, минимизируя пагубное воздействие на адаптацию зрения.

Когнитивное картирование и управление плотностью данных. Отображение даже ограниченного участка звездного неба может включать тысячи объектов, что создает риск визуальной перегрузки (информационного шума) [7]. Для предотвращения данного эффекта необходимо применение алгоритмов прогрессивного раскрытия информации, основанных на принципах гештальтпсихологии (законы близости и непрерывности) [5]. При минимальном масштабе отображения целесообразно показывать лишь ключевые элементы – контуры созвездий и координатную сетку. По мере увеличения масштаба интерфейс должен динамически добавлять объекты меньшей видимой звездной величины, плавно регулируя уровень детализации данных.

Эргономика поиска между различными астрономическими каталогами. Астрономическая номенклатура отличается высокой степенью гетерогенности: один и тот же объект может идентифицироваться по-разному в различных базах данных (например, Галактика Андромеды имеет обозначения M31, NGC 224 и PGC 2557). Применение стандартных поисковых алгоритмов в таких условиях зачастую приводит к увеличению числа пользовательских ошибок. Оптимальный интерфейс должен включать универсальную строку поиска с функцией предиктивного ввода. Такая строка способна в режиме реального времени анализировать введенные экваториальные координаты (в различных эпохах, например, J2000 или B1950) и распознавать идентификаторы из множества каталогов (HD, HIP, Messier), формируя для пользователя унифицированную информационную карточку объекта.

Дополнительно целесообразно внедрение механизмов интеллектуального автодополнения с учетом контекста пользовательского запроса. Это позволяет не только ускорить процесс поиска, но и снизить вероятность ошибок, связанных с неоднозначностью астрономических обозначений и различиями в форматах представления данных.

Избыточное кодирование спектральных характеристик. В астрофизике цвет звезды имеет строгую корреляцию с ее эффективной температурой (спектральные классы O, B, A, F, G, K, M) [8]. Однако использование исключительно цветового кодирования (цветовая модель RGB) снижает уровень доступности интерфейса для пользователей с нарушениями различения цветов, становится неинформативным при активации монохроматического ночного режима. Эргономичный подход требует применения избыточного кодирования: спектральный класс должен дублироваться с помощью графических маркеров различной формы, специальных символов или текстовых идентификаторов, отображаемых на всплывающих информационных панелях.

Пространственно-временная навигация. В отличие от статичных картографических систем, звездное небо представляет собой динамичную структуру. Взаимодействие с веб-приложением требует не только пространственного перемещения по небесной сфере (с компенсацией проекционных искажений), но и навигации во времени для отслеживания транзитов планет, затмений или изменения лунных фаз. Внедрение эргономичного элемента управления нелинейной временной шкалой, позволяющего интуитивно изменять ход времени (часы, солнечные сутки, сидерические годы), существенно сокращает затраты времени на выполнение рутинных навигационных задач.

Дополнительным преимуществом является использование анимационных механизмов визуализации, позволяющих наглядно отслеживать изменение положения небесных объектов во времени. Это способствует более интуитивному восприятию динамических астрономических процессов.

Заключение. Выполнен комплексный анализ специфических требований к эргономическому обеспечению веб-приложений астрономической направленности.

Рекомендации, основанные на сравнительном анализе существующих решений и моделировании пользовательских сценариев, обеспечивают высокую практическую применимость предложенных методов в условиях реальных астрономических наблюдений. Установлено, что стандартные подходы к проектированию интерфейсов не в полной мере соответствуют задачам комфортной визуализации и интерактивной работы с многомерными астрономическими данными. Предложено использование специализированных методов: монохроматического красного режима для сохранения адаптации зрения к низкой освещенности, алгоритмов прогрессивного раскрытия информации для снижения когнитивной нагрузки и предиктивного поиска по каталогам. Разработанные рекомендации способствуют созданию эффективного программного продукта, снижающего входной барьер для изучения астрономии и повышающего качество пользовательского опыта как в стационарных условиях, так и при полевых наблюдениях.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой адаптивных интеллектуальных интерфейсов, способных автоматически учитывать уровень подготовки пользователя и условия проведения наблюдений. Особый интерес представляет интеграция методов машинного обучения для персонализации отображаемых данных и оптимизации пользовательских сценариев взаимодействия. Реализация таких подходов позволит существенно повысить эффективность использования астрономических веб-приложений как в образовательной, так и в научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. *Stellarium Web* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stellarium-web.org/> (дата обращения: 04.03.2026).
2. *Aladin Lite* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aladin.cds.unistra.fr/AladinLite/> (дата обращения: 04.03.2026).
3. *Sky Map.org (WikiSky)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sky-map.org/> (дата обращения: 05.03.2026).
4. Nielsen, J. *10 Usability Heuristics for User Interface Design* / J. Nielsen. – 1995. – 12 p.
5. Koffka, K. *Principles of Gestalt Psychology* / K. Koffka. – Harcourt, Brace & World, 1935. – 576 p.
6. Lucas, R.J., Douglas, R.H., Foster, R.G. *Characterization of an ocular photopigment capable of driving pupillary constriction in mice* / R.J. Lucas, R.H. Douglas, R.G. Foster // *Nature Neuroscience*. – 2001. – Vol. 4, N 6. – Pp. 621–626.
7. Ware, C. *Information Visualization: Perception for Design* / C. Ware. – 3rd ed. – Morgan Kaufmann, 2012. – 425 p.
8. Bonnarel, F., Fernique, P., Bienaymé, O., Egret, D., Genova, F., Louys, M., Ochsenbein, F., Wenger, M., Bartlett, J. G. *The ALADIN interactive sky atlas: A reference tool for identification of astronomical sources* / F. Bonnarel, P. Fernique, O. Bienaymé, D. Egret, F. Genova, M. Louys, F. Ochsenbein, M. Wenger, J. G. Bartlett // *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*. – 2000. – Vol. 143, No 1. – Pp. 33–40.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

FEATURES OF ERGONOMIC SUPPORT FOR ASTRONOMY EDUCATION WEB APPLICATIONS

Viarbouskaya Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. of Sci. (Tech.), Professor, Professor at the Department of EPE

Annotation. The impact of ergonomic support on the user interfaces of astronomy-oriented web applications is analytically investigated. It was established that the reduction of cognitive load, arising during the visualization of complex astronomical data, is achieved through the use of specialized UI/UX patterns. A methodology for the ergonomic design of astronomical web applications using adaptive interface solutions is proposed.

Keywords: web application, ergonomic support, interface, data visualization, astronomy

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ПРИМЕРОЧНОЙ ДЛЯ МАГАЗИНА С АТТРИБУТИКОЙ МИНСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА

Заяц А.А.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: Прудник А.М. – к. т. н, доцент кафедры ИПиЭ;

Ильясова М.С. – магистр техн. наук, ассистент кафедры ИПиЭ

Аннотация. Разработано приложение дополненной реальности для виртуальной примерки атрибутики Минского автомобильного завода. Программа позволяет пользователям в реальном времени интерактивно оценивать внешний вид изделий. Применение передовых технологий моделирования и анализа гарантирует точную подгонку вещей и высокую реалистичность отображаемых текстур.

Ключевые слова: примерочная, дополненная реальность, одежда, Android, приложение, интерактивность, моделирование, реалистичность, техническая детализация, пользовательский опыт.

Введение. В настоящее время, когда информационные технологии занимают важное место во всех сферах деятельности человека, наблюдается растущий интерес и распространение дополненной реальности (AR). Ежедневно появляется всё больше видеогров, программ и приложений, разработанных с использованием технологии AR. Эта технология предоставляет возможность пользователям визуализировать трёхмерные объекты в зрительном поле с целью дополнения сведений об окружении и изменения восприятия окружающей среды [1].

Проект, связанный с использованием AR в торговой индустрии, обладает высокой актуальностью и значимостью. AR предлагает уникальную возможность создания интерактивной среды, которая может значительно улучшить и облегчить процесс выбора одежды по размеру и внешнему виду.

Обзор практики сочетания дополненной реальности и виртуальной примерки одежды. В наши дни технология дополненной реальности всё чаще используется для виртуальной примерки одежды крупными организациями по всему миру. Примером является дом моды Louis Vuitton. Они разработали технологию виртуальной примерки под названием IDM VTON [2].

Однако недостатком данной технологии является то, что она не может работать в реальном времени. Пользователи выбирают фотографию и ждут 20–30 секунд пока идёт обработка.

Выбор инструментов. Для разработки приложения рассматривались движок Unity [3] и среда Android Studio [4]. Выбор был сделан в пользу Android Studio и кроссплатформенного языка Kotlin [5], которые оптимально подходят для создания нативных мобильных приложений. Для подготовки 3D-моделей анализировались редакторы 3Ds Max [6] и Blender [7]. Окончательное решение было принято в пользу Blender [7] благодаря его открытому исходному коду, удобному интерфейсу и широкому инструментарию для анимации.

Реализация приложения. Представленное AR приложение, созданное с целью облегчения выбора одежды, является многофункциональным и включает в себя такие функции, как примерка одежды в реальном времени, а также примерка одежды на фото. Приложение предоставляет возможность сохранения результата в галерею.

Приложение имеет интуитивно понятный пользовательский интерфейс (рисунок 1). Снизу находится панель инструментов. На ней находятся кнопки выбора фотографии из галереи, сохранения текущего положения в виде фотографии в галерею, переключение между фронтальной и задней камерами.

Над панелью расположена карусель с выбором футболок с атрибутикой Минского Автомобильного Завода. Также в карусели есть кнопка отключения футболок. На фоне

отображается изображение с камеры устройства пользователя или выбранная из галереи фотография.

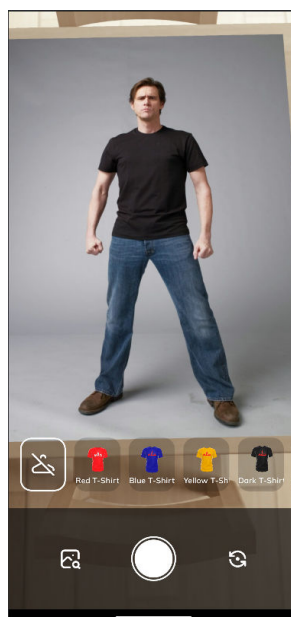


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс приложения

Также в приложении присутствуют футболки с атрибутикой МАЗ. Для того, чтобы футболки не были статичными, в них был размещён скелет (рисунок 2).

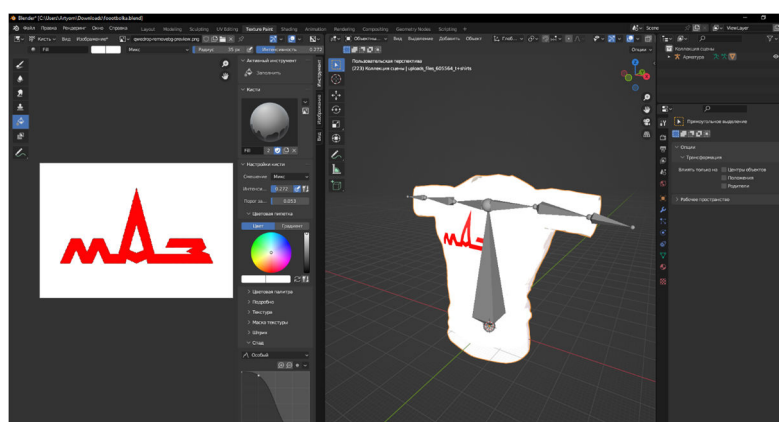


Рисунок 2 – Разработка футболок с атрибутикой МАЗ

Разработка кода. В приложении реализованы два основных режима: обработка потокового видео с камеры в реальном времени и работа со статичными фотографиями из галереи.

Архитектура модуля камеры построена на базе библиотеки CameraX [8] и декларативного UI-фреймворка Jetpack Compose [9]. За логику отвечает класс CameraXViewModel, который настраивает анализатор кадров и связывает работу камеры с жизненным циклом приложения. Вывод изображения на экран и переключение между фронтальной и основной камерами реализованы через Composable-функцию CameraView.

Ключевым этапом работы приложения является распознавание позы пользователя. Каждый полученный кадр конвертируется и передается в класс AndroidPoseDetector, реализованный на базе нейросетевой библиотеки Google ML-Kit (модуль Pose Detection) [10]. Данный модуль в режиме реального времени обрабатывает входное изображение и возвращает массив пространственных координат ключевых точек тела человека.

Для синхронизации виртуальной одежды с реальными движениями пользователя задействован класс *ModelView* и движок рендеринга *SceneView* [11]. Алгоритм берет 2D-координаты суставов, полученные от нейросети, и с помощью математических преобразований вычисляет промежуточные центры (функция *average*) и углы поворота костей через тригонометрические функции (функция *calculateAngle*). Затем функция *convertToBones* проецирует эти данные на скелет 3D-модели футболки. Это обеспечивает точную, динамичную и реалистичную деформацию виртуальной ткани синхронно с изменениями позы человека в кадре.

Заключение. В заключении можно отметить, что интеграция технологии дополненной реальности и разработка программного обеспечения для создания виртуальной примерочной представляет собой перспективное направление развития в области торговли, маркетинга и технологий дополненной реальности. Результаты исследования подчёркивают важность учёта технических деталей и моделирования для достижения высокого уровня реализма и иммерсии в среде дополненной реальности. Дальнейшее развитие и исследование в этой области могут привести к созданию ещё более реалистичных и удобных примерочных, которые будут широко применяться во всех магазинах и музеях.

Список литературы

1. Kipper G. *Augmented Reality* / G. Kipper, J. Rampolla. – Waltham: Syngress, 2013. – 176 p.
2. Прорывная технология IDM VTON [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://idmyton.com/ru>. Дата доступа: 01.03.2026.
3. *Unity User Manual 2022.3 (LTS)* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/UnityManual.html>. Дата доступа: 01.03.2026.
4. Официальная документация Android Studio [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/studio/intro>. Дата доступа: 01.03.2026.
5. Kotlin official web-page [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kotlinlang.org/>. Дата доступа: 01.03.2026.
6. 3ds Max Learning Center [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://help.autodesk.com/view/3DSMAX/2022/ENU/>. Дата доступа: 01.03.2026.
7. Blender Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.blender.org/>. Дата доступа: 01.03.2026.
8. Официальная документация CameraX [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/media/camera/cameras/overview>. Дата доступа: 01.03.2026.
9. Jetpack Compose [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/compose>. Дата доступа: 01.03.2026.
10. ML-Kit Pose Detection [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>. Дата доступа: 01.03.2026.
11. SceneView Android [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/SceneView/scenview-android>. Дата доступа: 01.03.2026.

UDC 004.946:004.42

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL FITTING ROOM FOR A STORE WITH MINSK AUTOMOBILE PLANT MERCHANDISE

Zayats A.A.

National Children's Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisors: Prudnik A.M. – Cand. of Sci. (Tech.), Associate Professor at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics; Ilyasova M.S. – M.Sc. (Tech.), Assistant at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. An augmented reality application has been developed for virtual fitting of Minsk Automobile Plant merchandise. The program allows users to interactively evaluate the appearance of items in real time. The use of advanced modeling and analysis technologies ensures precise fitting of clothes and high realism of the displayed textures.

Keywords: fitting room, augmented reality, clothing, Android, application, interactivity, modeling, realism, technical detail, user experience.

СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИВЫЧКИ И ОСВЕДОМЛЁННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Яковчук Г.В., Щиглинский И.К.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Камлач В.И. – магистр техн. наук., ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. Данное исследование посвящено экологическим привычкам и осведомлённости населения г. Минска. Представлены результаты социологического опроса о проблемах экологии. В работе рассматривается отношение респондентов к раздельному сбору мусора и экономии ресурсов. Представленные результаты социологического опроса показывают, что, большая часть респондентов относится к идее защиты окружающей среды положительно, однако на практике экологические привычки реализуются редко.

Ключевые слова: экологические привычки, раздельный сбор отходов, ресурсосбережение, анкетный опрос, экологическое поведение населения, сортировка мусора

Введение. Экологическая повестка сегодня становится одной из ключевых тем общества. Изменение климата, увеличение количества отходов и рост потребления ресурсов требуют изменения повседневных привычек людей. На практике часто наблюдается ситуация, когда высокий уровень информированности населения не приводит к реальному изменению поведения. В научной литературе данное явление рассматривается как разрыв между ценностями и действиями (Value–Action Gap), когда человек поддерживает экологические идеи, но не реализует их в повседневной жизни [1]. Целью исследования является анализ уровня экологической осознанности населения и выявление факторов, влияющих на формирование экологических привычек.

Основная часть. Исследование проводилось методом анкетного опроса с использованием платформы Google Forms. В опросе приняли участие 87 жителей города Минска. Большинство респондентов составила молодежь в возрасте 17–23 лет.

Анкета включала три основных блока вопросов: – когнитивный (уровень знаний об экологии);

- поведенческий (реальные действия);
- мотивационный (причины экологического поведения).

Результаты исследования показали, что большинство участников опроса считают важным сортировать отходы, но регулярно это делают только небольшая часть респондентов.

Таблица 1 – Уровень участия респондентов в раздельном сборе отходов

Вариант ответа	Доля респондентов
Сортирую всегда	13 %
Сортирую иногда	43 %
Не сортирую	44 %

Как видно из таблицы, значительная часть населения пока не вовлечена в регулярную сортировку отходов.

Также анализ результатов показал, что более распространённой практикой является экономия воды и электроэнергии. По результатам опроса 82 % респондентов указали, что стараются контролировать расход ресурсов.

На рисунке 1 представлено соотношение уровня осознания экологических проблем и реальных действий респондентов.

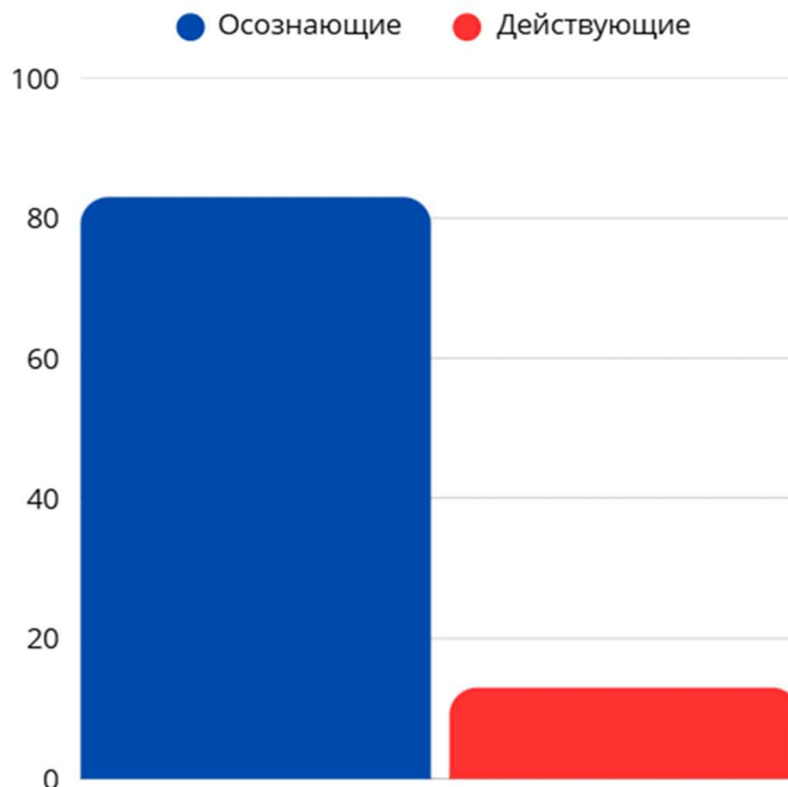


Рисунок 1 – Соотношение экологической осведомлённости и реального поведения

Полученные данные показывают наличие значительного разрыва между пониманием экологических проблем и практическими действиями населения. Одним из объяснений данного явления является экономическая мотивация экологического поведения. В ряде исследований отмечается, что снижение потребления ресурсов часто связано не только с экологическими убеждениями, но и с желанием сократить расходы [2].

Также были выявлены основные барьеры экологического поведения:

- скептицизм по отношению к системе переработки отходов;
- неудобство сортировки мусора в квартире;
- недостаточная информированность о правилах сортировки.

Заключение. Проведённое исследование показало, что жители города Минска в целом осознают важность экологических проблем и поддерживают идеи защиты окружающей среды. Однако на практике экологические привычки реализуются не в полной мере.

Основными факторами, ограничивающими экологическое поведение, являются недоверие к системе переработки отходов, бытовые неудобства и экономические особенности мотивации населения.

Для повышения уровня экологической активности необходимо развитие просветительских программ, направленных на формирование практических навыков экологичного поведения и повышение доверия к системе обращения с отходами.

Список литературы

1. *The Impact of ESD on Microcontrollers* / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.
2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady A. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.
3. Алексеев, В.Ф. Impact of discharges of static electricity on semiconductor structures and integral schemes / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // *Danish Scientific Journal*. – 2018. – Vol.1, N 19. – Pp. 31–41.
4. Models for predicting the reliability of integral schemes taking into account the impact of electrostatic discharge / В.Ф. Алексеев [и др.] // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 24. – Pp. 47–62.
5. Оптимизация теплового режима прямо-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SolidWorks

UDC 504.5:159.9.072.43

SOCIOLOGICAL RESEARCH: ENVIRONMENTAL HABITS AND AWARENESS OF THE POPULATION

Yakauchuk G.U. Shchyhlinskiy I.K.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – master. of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. This study is devoted to the environmental habits and awareness of the population of Minsk. The results of a sociological survey on environmental issues are presented. The paper examines the respondents' attitude to separate garbage collection and resource saving. The presented results of the sociological survey show that the majority of respondents have a positive attitude towards the idea of environmental protection, but in practice environmental habits are rarely implemented.

Keywords: environmental habits, separate waste collection, resource conservation, questionnaire survey, environmental behavior of the population, garbage sorting.

СЕКЦИЯ
«ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

КЛАССИФИКАЦИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ВОЗДУШНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ВЫСОКОМОЩНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Живицкий И.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Дик С.К. – к. ф. -м. н., доцент, заведующий кафедрой ИКТ

Аннотация. В работе представлен анализ современных методов воздушного охлаждения электронных компонентов. Рассмотрены классификация систем, сравнение типов вентиляторов, а также перспективные технологии (микроканалы, наножидкости, фазопереходные материалы). Показана область применения методов – от силовых модулей до лазерных диодов. Предложены критерии выбора оптимальной системы охлаждения в зависимости от условий эксплуатации.

Ключевые слова: тепловыделение, воздушное охлаждение, вентилятор, высокомошные компоненты, лазерные диоды, электрокалорический эффект, наножидкости, терморегулирование

Введение. Стремительное развитие силовой электроники, миниатюризация устройств и повышение их производительности приводят к неуклонному росту плотности теплового потока. Перегрев является одной из основных причин отказов полупроводниковых приборов, таких как IGBT-транзисторы и SiC-МОП-структуры, что делает эффективный теплоотвод критически важной задачей [1]. Традиционные системы охлаждения подходят к пределу своих возможностей, что стимулирует поиск как оптимизированных классических решений, так и принципиально новых подходов.

В данной работе классифицируются методы воздушного охлаждения и рассматриваются инновационные решения, способные обеспечить надежную работу высокомошных электронных компонентов, включая лазерные диоды, где тепловые нагрузки также крайне высоки.

Основная часть. Охлаждение электронных компонентов может быть пассивным и активным. Пассивное охлаждение осуществляется за счет естественной конвекции и излучения с помощью радиаторов и тепловых трубок. Активное охлаждение подразумевает использование вентиляторов, помп или иных устройств для принудительного отвода тепла [8]. В контексте воздушного охлаждения ключевую роль играют вентиляторы. Их можно классифицировать по нескольким признакам.

По направлению движения воздуха выделяют осевые, радиальные (центробежные) и диагональные вентиляторы [2]:

1 Осевые вентиляторы создают поток воздуха вдоль оси вращения. Они характеризуются высокой производительностью (объемный расход, CFM) при низком статическом давлении и широко применяются для продувки корпусов компьютеров и блоков питания.

2 Радиальные вентиляторы засасывают воздух вдоль оси и выбрасывают его перпендикулярно, создавая высокое статическое давление. Это позволяет им эффективно продувать воздух через плотные радиаторы и узкие каналы в серверном и промышленном оборудовании [3].

3 Диагональные вентиляторы занимают промежуточное положение, обеспечивая баланс между расходом и давлением.

Критически важными параметрами при выборе вентилятора являются: производительность (CFM или м³/ч), статическое давление (мм вод. ст. или Па), скорость вращения (RPM), уровень шума (дБА), тип подшипника (скольжения, качения, гидродинамический), напряжение питания и ресурс работы (MTTF) [4, 5].

Современные тенденции в области вентиляторостроения направлены на повышение энергоэффективности и управляемости. Так, широкое распространение получают

вентиляторы с электронной коммутацией (ЕС-вентиляторы). Благодаря встроенной электронике и использованию бесщеточного двигателя постоянного тока, ЕС-вентиляторы могут быть на 40–60% эффективнее традиционных вентиляторов переменного тока, обеспечивая при этом плавную регулировку скорости в зависимости от температуры [3].

Расчет необходимого воздушного потока – ключевой этап проектирования системы охлаждения. Для электрического шкафа или корпуса с известной тепловой нагрузкой Q (Вт) и допустимым повышением температуры ΔT (С) требуемый расход воздуха приближенно рассчитывается по формуле [4]:

$$CFM = \frac{3.16 \times Q}{\Delta T}$$

Однако эта формула не учитывает статическое сопротивление тракта. В системах с плотной компоновкой необходимо выбирать вентилятор по его рабочей характеристике (кривой зависимости давления от расхода), которая должна пересекаться с кривой сопротивления системы в рабочей точке [4].

Несмотря на постоянное совершенствование традиционных вентиляторов, для компонентов с экстремально высокой мощностью (более 500–1000 Вт/см²) требуются инновационные подходы. Одним из таких направлений является твердотельное охлаждение на основе электрокалорического эффекта (ЭКЭ) [5].

В отличие от эффекта Пельтье, ЭКЭ основан на обратимом изменении температуры материала под действием внешнего электрического поля. При приложении поля диполи в материале упорядочиваются, что приводит к его нагреву. При снятии поля диполи хаотизируются, поглощая энергию и охлаждая окружающую среду. Современные исследования демонстрируют гигантский ЭКЭ в тонких пленках (например, цирконата-титаната свинца или полимеров), позволяющий достигать перепада температур до 12–13 К и выше при комнатной температуре [5, 6]. Интеграция таких пленок непосредственно в кристалл микросхемы открывает путь к бесшумному, компактному и экологичному охлаждению, однако требует решения проблем, связанных с электрокалорической усталостью материалов и высокими рабочими напряжениями.

Другой класс инновационных решений связан с интенсификацией теплообмена в традиционных системах. К ним относятся:

1 Микроканальное охлаждение (microchannel cooling), при котором теплоноситель (жидкость или воздух) прокачивается через каналы гидравлическим диаметром менее 1 мм, что обеспечивает чрезвычайно высокие коэффициенты теплоотдачи [1, 7].

2 Иммерсионное охлаждение (immersion cooling), при котором электронные компоненты погружаются непосредственно в диэлектрическую жидкость. Это полностью исключает тепловое сопротивление интерфейса и позволяет достигать тепловых потоков более 1000 Вт/см² [7].

3 Применение наножидкостей (nanofluids) – жидкостей (вода, масло) с добавлением наночастиц материалов с высокой теплопроводностью (Al₂O₃, CuO, графен). Это может повысить теплопроводность и, как следствие, эффективность теплоотвода на 10–40% по сравнению с базовой жидкостью [1, 8].

4 Использование фазопереходных материалов (ФПМ) для сглаживания тепловых пиков. ФПМ, например парафины или соли, поглощают большое количество тепла при плавлении, поддерживая стабильную температуру компонента в течение определенного времени [1, 8].

Важно отметить, что проблемы эффективного теплоотвода, подробно рассмотренные выше применительно к силовым полупроводниковым модулям, являются не менее критичными для оптоэлектронных компонентов, и в первую очередь – для мощных лазерных диодов. Специфика работы лазерных диодов заключается в том, что даже при высокой квантовой эффективности значительная доля электрической энергии не преобразуется в когерентное излучение, а переходит в тепло. Возникающий перегрев оказывает прямое и крайне негативное влияние на рабочие характеристики лазерного диода. Во-первых, температура активной области определяет ширину запрещенной зоны полупроводника, что напрямую влияет на длину волны генерируемого излучения. Нестабильность температуры

приводит к дрейфу длины волны. Во-вторых, повышение температуры резко увеличивает скорость деградиационных процессов в кристалле: диффузию дефектов, интерметаллические реакции в контактах и деградацию зеркал резонатора. Это существенно сокращает срок службы прибора, который может исчисляться всего сотнями или тысячами часов при нарушении теплового режима вместо десятков тысяч часов при оптимальном охлаждении. В-третьих, перегрев снижает дифференциальную квантовую эффективность и выходную оптическую мощность, вызывая эффект «thermal rollover» – падение мощности при увеличении тока накачки.

В связи с этим, рассмотренные ранее инновационные методы теплообмена находят все более широкое и эффективное применение именно в области термостабилизации мощных лазерных диодов. Например, микроканальное охлаждение, при котором теплоноситель (жидкость или газ) прокачивается через каналы диаметром менее миллиметра, непосредственно интегрированные в медный теплоотвод или подложку лазерного чипа, позволяет отводить рекордные тепловые потоки при минимальном тепловом сопротивлении. Иммерсионное охлаждение, предполагающее прямое погружение лазерного кристалла в диэлектрическую жидкость, не только обеспечивает идеальный тепловой контакт, но и может упростить конструкцию оптической системы, исключая необходимость в массивных теплоотводах. Применение наножидкостей (например, воды с добавлением наночастиц алмаза, графена или оксида алюминия) в сочетании с микроканальными структурами позволяет дополнительно повысить критический тепловой поток и коэффициент теплоотдачи на 10–40% по сравнению с традиционными хладагентами за счет улучшения теплопроводности.

Таким образом, разработка эффективных систем охлаждения является ключевым фактором, сдерживающим или, наоборот, открывающим новые горизонты в повышении мощности и надежности как полупроводниковой силовой электроники, так и современной оптоэлектроники.

Выбор конкретного решения определяется совокупностью факторов. В таблице 1 представлено сравнение различных методов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов охлаждения

Метод охлаждения	Типичная рассеиваемая плотность теплового потока	Преимущества	Недостатки
Естественное воздушное	$< 0,5 \text{ Вт/см}^2$ [8]	низкая стоимость, надежность	низкая эффективность, громоздкость
Принудительное воздушное	до 50 Вт/см^2 [7]	простота, низкая стоимость	шум, недостаточно для сверхвысоких нагрузок
Жидкостное (непрямое)	до 500 Вт/см^2 [7, 8]	высокая эффективность	сложность, риск протечек
Иммерсионное / Микроканальное	$> 1000 \text{ Вт/см}^2$ [1, 7]	экстремально высокая эффективность	высокая стоимость, сложность эксплуатации

Заклучение. Выполнен анализ современного состояния и перспектив развития систем воздушного охлаждения высокомоощных электронных компонентов. Установлено, что традиционные методы, основанные на применении осевых и радиальных вентиляторов, остаются доминирующими для широкого круга задач благодаря своей экономичности, однако их эффективность ограничена диапазоном тепловых нагрузок. Рост удельной мощности современных полупроводниковых и оптоэлектронных приборов требует либо глубокой оптимизации вентиляторных систем (внедрение энергоэффективных ЕС-вентиляторов с электронной коммутацией, точный аэродинамический расчет воздушных трактов), либо перехода к гибридным и инновационным решениям. Показано, что наиболее перспективными направлениями являются интеграция твердотельных охлаждающих элементов на основе электрокалорического эффекта непосредственно в структуру кристалла, а также использование микроканальных структур и наножидкостей для кардинальной интенсификации теплообмена. Данные методы одинаково важны как для силовых полупроводниковых модулей (IGBT-транзисторов и SiC-MOП-структур), где плотность теплового потока неуклонно растет, так и для мощных лазерных диодов, в которых перегрев

напрямую влияет на стабильность длины волны и скорость деградации кристалла. Особую актуальность инновационные подходы приобретают в задачах термостатирования прецизионных оптоэлектронных компонентов, где требования к температурной стабильности максимально высоки. Выбор оптимального решения должен базироваться на тщательном анализе плотности теплового потока, массогабаритных ограничений, условий эксплуатации и экономической целесообразности с учетом всего комплекса требований к современной высокомоощной электронике, что в конечном итоге определяет надежность и долговечность работы устройств.

Список литературы

1. *Enhancing Thermal Efficiency in Power Electronics: A Review of Advanced Materials and Cooling Methods* / T. Orville [et al.] // *UBC Faculty Research and Publications*. – 2025. – 15 p.
2. Виды вентиляторов: классификация, устройство, принцип работы популярных конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zelmershov.ru/vidy-ventilatorov-klassifikaciya-ustrojstvo-princip-raboty-populyarnyh-konstrukcij/>. – Дата доступа: 06.03.2026.
3. Как выбрать вентилятор с охлаждением для вашего оборудования в 2026 году [Электронный ресурс] / Linkwell Electronics. – Режим доступа: <https://linkwellelectrics.com/ru/cooled-fan/>. – Дата доступа: 06.03.2026.
4. Рекомендации по выбору вентиляторов для охлаждения электронного оборудования / А. Соболев // *Компоненты и технологии*. – 2007. – № 8. – С. 178–182.
5. Холод без шума: электричество вместо фреона [Электронный ресурс] // *iXBT Live*. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/live/science/holod-bez-shuma-elektrichestvo-vmesto-freona.html>. – Дата доступа: 06.03.2026.
6. *Progress in electrocaloric cooling: materials, devices, and cycle optimization* / J. Shi [et al.] // *ScienceDirect*. – 2025. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S129007292500523X> (date of access: 06.03.2026).
7. *Cooling Solutions for High-Voltage Power Modules* [Electronic resource] / Xeon Fan. – Mode of access: <https://xeonfan.com/news/cooling-solutions-for-highvoltage-power-modules.html>. – Date of access: 06.03.2026.
8. Проблема выбора способа охлаждения для силовых полупроводниковых приборов / А.В. Лысенко, В.В. Парфенов // *Инженерный вестник Дона*. – 2013. – № 2. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1624>. – Дата доступа: 06.03.2026.

UDC 536.24:621.38

CLASSIFICATION AND INNOVATIVE SOLUTIONS IN AIR COOLING OF HIGH-POWER ELECTRONIC COMPONENTS

Zhivitskiy I.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dzik S.K. – Cand. of Sci., Associate Professor, Head of the Department of ECG

Annotation. The paper presents an analysis of modern air-cooling methods for electronic components. It examines the classification of systems, a comparison of fan types, and promising technologies (microchannels, nanofluids, phase-change materials). The field of application—from power modules to laser diodes—is shown. Criteria for selecting the optimal cooling system depending on operating conditions are proposed.

Keywords: heat generation, air cooling, fan, high-power components, laser diodes, electrocaloric effect, nanofluids, thermal management

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ

Нгуен Т.З.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Дик С.К. – к. ф.-м. н., доцент, зав. кафедрой ИКТ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности использования технологий HTML/CSS/JavaScript, а также языков программирования TypeScript и Dart для создания графического пользовательского интерфейса веб-приложений. Проведен сравнительный анализ функциональных возможностей, архитектурных подходов, удобства разработки, производительности и масштабируемости решений. Определены преимущества и ограничения каждого из рассматриваемых инструментов в контексте проектирования современных веб-интерфейсов.

Ключевые слова: веб-интерфейс, HTML, CSS, JavaScript, TypeScript, Dart, веб-разработка, фронтенд

Введение. В условиях стремительного развития информационных технологий и цифровых платформ веб-сайты и веб-приложения стали неотъемлемой частью жизни современного общества. Современные информационные системы требуют удобного, адаптивного и функционального графического интерфейса, обеспечивающего эффективное взаимодействие человека с программным обеспечением. Для создания высококачественного веб-интерфейса требуется использование различных языков программирования и технологий, каждая из которых имеет свои особенности и область применения. Наиболее распространёнными языками программирования для разработки графических интерфейсов и веб-приложений в настоящее время являются HTML/CSS/JavaScript, TypeScript и Dart благодаря их качеству, удобству использования и значительным преимуществам, которые они предоставляют программистам, компаниям и пользователям. Однако каждый язык программирования имеет свои собственные преимущества и недостатки. Каждый язык программирования подходит для веб-сайтов с различными требованиями и задачами. Поэтому анализ и сравнение этих инструментов с целью определения их возможностей и целесообразности использования при создании графического веб-интерфейса является весьма важным.

Основная часть. В программировании и проектировании веб-интерфейсов HTML, CSS и JavaScript являются наиболее распространённым набором технологий. HTML представляет собой язык разметки, предназначенный для построения структуры и формирования содержимого веб-страницы. Он включает различные логические элементы, такие как заголовки, абзацы, таблицы, формы ввода данных, изображения и другие элементы. Благодаря этому разработчики могут создавать полноценную структурированную основу веб-интерфейса. CSS используется для описания внешнего вида и оформления веб-страниц. Он определяет стиль элементов, управляет цветовой гаммой, шрифтами, блочной компоновкой, а также позволяет адаптировать интерфейс веб-страницы к различным устройствам пользователя (например, интерфейс веб-страницы на ноутбуке будет отличаться от интерфейса при открытии на мобильном телефоне). Для обеспечения интерактивности и создания анимаций, а также различных динамических действий используется JavaScript. Этот язык позволяет системе оперативно реагировать на действия пользователя и выполнять логические алгоритмы различной сложности за короткое время. Структура веб-страницы, разработанной с использованием технологий HTML, CSS и JavaScript, проиллюстрирована на рисунке 1.

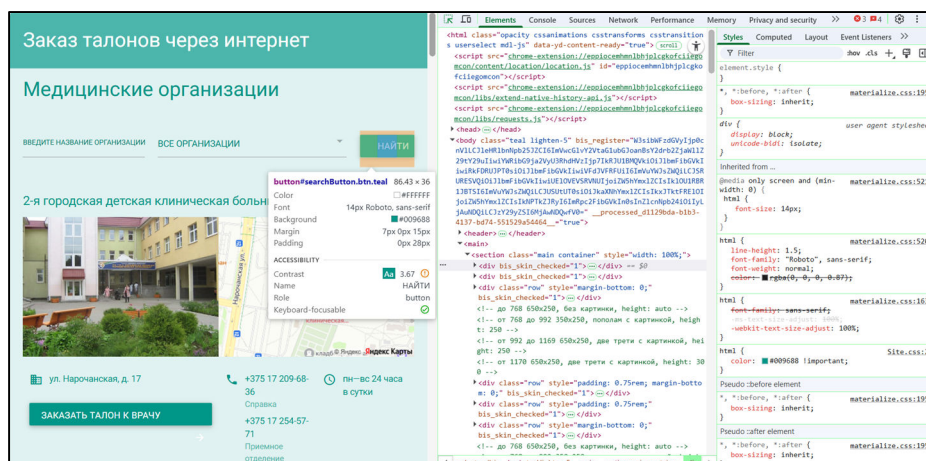


Рисунок 1 – Структура веб-страницы на основе HTML CSS и JavaScript

Сочетание HTML, CSS и JavaScript формирует пользовательский интерфейс веб-приложения. Основным преимуществом данных технологий является их универсальность и широкая поддержка всеми современными веб-браузерами. Благодаря этому пользователям не требуется устанавливать дополнительное программное обеспечение для работы с веб-приложениями, что значительно упрощает их использование и повышает доступность. Веб-приложения, созданные на основе HTML, CSS и JavaScript, могут функционировать на различных операционных системах и устройствах, включая настольные компьютеры, планшеты и смартфоны. Это делает данные технологии востребованными в условиях стремительного развития интернета и увеличения числа пользователей мобильных устройств.

Важную роль в развитии веб-разработки сыграло появление большого количества библиотек и фреймворков, которые значительно расширяют возможности стандартного JavaScript. Среди наиболее известных и широко используемых инструментов можно отметить React, Vue и Angular. Они предоставляют разработчикам удобные механизмы для построения сложных пользовательских интерфейсов, управления состоянием приложения и организации структуры кода. Благодаря применению данных фреймворков становится возможным создание современных одностраничных приложений, которые отличаются высокой скоростью работы, удобством использования и высоким уровнем интерактивности. Кроме того, данные технологии обеспечивают высокую адаптивность пользовательского интерфейса. Это особенно важно в условиях широкого распространения мобильных устройств, когда веб-сайты и веб-приложения должны корректно работать на экранах различных размеров и разрешений. Использование адаптивного дизайна позволяет автоматически подстраивать расположение элементов интерфейса под характеристики устройства пользователя, обеспечивая комфортное взаимодействие с веб-приложением.

Несмотря на многочисленные преимущества, HTML, CSS и JavaScript имеют и определённые ограничения. HTML и CSS не являются полноценными языками программирования, поскольку они предназначены в первую очередь для разметки и оформления веб-страниц и не поддерживают реализацию сложной логики обработки данных. JavaScript, хотя и является полноценным языком программирования, при использовании исключительно на стороне клиента может сталкиваться с определёнными ограничениями, связанными с безопасностью, производительностью и доступом к системным ресурсам. В связи с этим при разработке полноценных веб-приложений обычно используется сочетание клиентских технологий с серверными языками программирования и системами обработки данных, что позволяет создавать более функциональные, безопасные и масштабируемые информационные системы.

TypeScript представляет собой надмножество языка JavaScript, которое расширяет его возможности за счёт введения статической типизации и дополнительных инструментов разработки. Благодаря этому разработчики могут выявлять многие ошибки на этапе компиляции, что повышает надёжность и поддерживаемость программного кода. TypeScript широко используется как при разработке клиентской части веб-приложений, так и на стороне сервера с использованием среды выполнения Node.js. Он играет важную роль в создании

логики пользовательского интерфейса и часто применяется совместно с современными фреймворками и библиотеками, такими как Angular, React и Vue.

Использование TypeScript особенно эффективно при разработке крупных и сложных веб-проектов, где большое количество компонентов и взаимосвязей между ними требует строгой структуры и хорошей организации кода. Благодаря поддержке модульности, интерфейсов и объектно-ориентированного программирования разработчики могут создавать более понятную и масштабируемую архитектуру приложений. В результате применение TypeScript способствует повышению качества программного обеспечения, улучшению командной разработки и упрощению дальнейшего сопровождения и развития веб-приложений. Typescript – это язык программирования, разработанный Microsoft. Он основан на JavaScript и также используется для фронтенд-разработки. Хотя TypeScript имеет сходство с JavaScript, его особенность – статическая система типизации данных. JavaScript – динамически типизированный язык, в котором типы переменных определяются во время выполнения. TS позволяет разработчикам объявлять типы статически. Типизация объектов TypeScript означает, что на этапе разработки можно указать типы данных, параметры функций и свойства объекта. Это помогает создавать более безопасный и надежный код [1]. К недостаткам TypeScript можно отнести необходимость дополнительного этапа компиляции перед выполнением программы, что может усложнять процесс сборки проекта. Также при работе с большими проектами система типизации требует более тщательного проектирования структуры данных, что может увеличивать время первоначальной разработки.

Язык программирования Dart также широко используется в современном процессе веб-разработки. Он активно применяется в экосистеме Flutter, что позволяет создавать кроссплатформенные пользовательские интерфейсы, работающие как в мобильных, так и в веб-приложениях. Одной из целей разработчиков языка было создание, по сути, улучшенной версии JS, которая эффективнее решала бы практические задачи программирования [2]. На рисунке 2 представлена структура веб-страницы, разработанной на языке Dart в экосистеме Flutter.

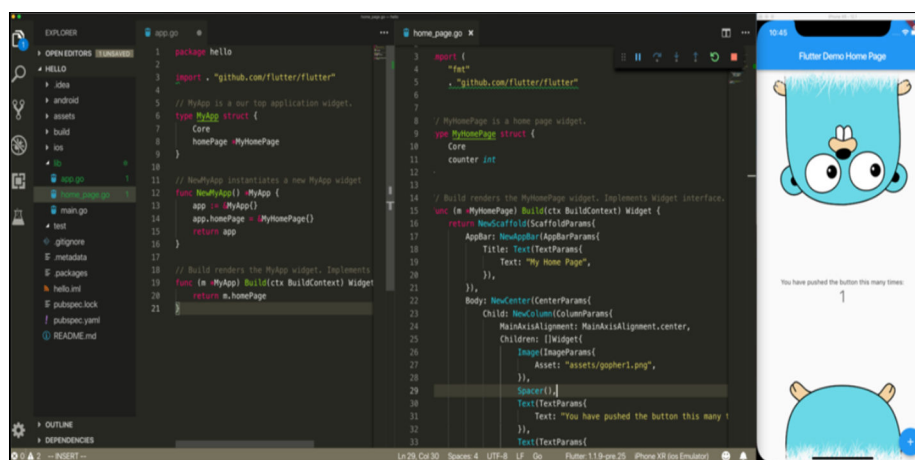


Рисунок 2 – Структура веб-страницы на основе Dart

В архитектуре веб-приложений Dart может использоваться для реализации логики приложения, обработки данных и взаимодействия с серверными сервисами. К преимуществам Dart относятся высокая производительность, стабильность работы при больших нагрузках и наличие современных механизмов безопасности. Кроме того, строгая система типизации и объектно-ориентированная модель программирования способствуют созданию структурированного, надежного и масштабируемого программного кода. Это делает данный язык подходящим для разработки крупных информационных систем и сложных программных решений. Однако разработка на Dart может требовать более глубокого понимания его экосистемы, а настройка среды разработки и процесс развёртывания приложений иногда оказываются более сложными по сравнению с некоторыми другими языками программирования.

При сравнении HTML, CSS и JavaScript, а также TypeScript и Dart следует учитывать их роль в архитектуре веб-приложений. HTML, CSS и JavaScript непосредственно формируют структуру, внешний вид и интерактивность пользовательского интерфейса и являются

основными технологиями клиентской части веб-приложений. TypeScript используется для разработки более сложной логики интерфейса, обеспечивая статическую типизацию и улучшенную структуру программного кода. Это способствует повышению надёжности и упрощает сопровождение крупных проектов. Dart, в свою очередь, широко применяется в экосистеме Flutter для создания кроссплатформенных пользовательских интерфейсов, включая веб-приложения. Благодаря высокой производительности и развитой системе типизации Dart позволяет эффективно разрабатывать масштабируемые программные решения и сложные пользовательские интерфейсы.

Таким образом, различия между данными технологиями в основном заключаются в области их применения и архитектурной роли. HTML, CSS и JavaScript служат базовой основой для построения веб-интерфейсов, тогда как TypeScript и Dart выступают инструментами для повышения эффективности разработки, структурирования программного кода и создания более сложных и функциональных пользовательских приложений.

Заключение. В рамках проведенного анализа было подробно рассмотрено применение веб-языков программирования HTML/CSS/JavaScript, TypeScript и Dart при разработке пользовательских интерфейсов веб-приложений и программных систем. Каждая из рассмотренных технологий обладает своими преимуществами и недостатками и предоставляет программистам и разработчикам программного обеспечения различные возможности выбора в зависимости от конкретных задач и целей разработки. HTML/CSS/JavaScript представляют собой набор технологий, используемых для создания структуры веб-страниц, их визуального оформления и организации взаимодействия с пользователем. В свою очередь, TypeScript и Dart предоставляют разработчикам дополнительные инструменты для более удобной организации программного кода, а также уделяют внимание вопросам надежности и безопасности программных решений. Выбор языков программирования определяется требованиями проекта, его масштабом, бюджетом и уровнем сложности разрабатываемой системы. В современной практике разработки веб-приложений часто применяется комбинированное использование различных языков и инструментов программирования, что позволяет эффективно использовать их преимущества и минимизировать существующие недостатки, обеспечивая создание программных продуктов высокого качества.

Список литературы

1. Язык программирования TypeScript: его преимущества и недостатки, отличия от JavaScript [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gitverse.ru/blog/articles/development/190-yazyk-programmirovaniya-typescript-ego-preimushhestva-i-nedostatki-otlichiya-ot-javascript>
2. Язык программирования Dart [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://appfox.ru/blog/yazyk-programmirovaniya-dart/>

UDC 004.047

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND PROGRAMMING LANGUAGES IN THE CREATION OF GRAPHIC WEB INTERFACES

Nguyen T.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dik S.K. – Cand. of Sci., Associate Professor, Chair of the department of ECG

Annotation. This article examines the use of HTML/CSS/JavaScript technologies, as well as the programming languages TypeScript and Dart, to create graphical user interfaces for web applications. A comparative analysis of the solutions' functionality, architectural approaches, development ease, performance, and scalability is provided. The advantages and limitations of each of the tools under consideration are identified in the context of designing modern web interfaces.

Keywords: web interface, HTML, CSS, JavaScript, TypeScript, Dart, web development, frontend

ИГРОВЫЕ МЕХАНИКИ В ИНТЕРФЕЙСЕ ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Попова Е.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Дик С.К. – к. ф.-м. н., доцент, зав. кафедрой ИКГ

Аннотация. Рассмотрены теоретические аспекты мотивации пользователей в цифровой среде, а также проведен анализ применения игрового подхода для её улучшения. Изучены ключевые механики геймификации, используемые в интерфейсах цифровых продуктов, и их воздействие на внешнюю и внутреннюю мотивацию. Определены основные преимущества и ограничения, связанные с внедрением игровых элементов в пользовательский интерфейс.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, геймификация, мотивация, пользовательский опыт, вовлеченность, игровые механики

Введение. В условиях высокой конкуренции цифровых продуктов, особую значимость приобретает проблема удержания мотивации пользователей. Современные интерфейсы должны не просто делать процесс взаимодействия легким, но и создавать устойчивый интерес к продукту и достигать поставленных пользователем целей.

Всё большую популярность набирают различные игровые механики, которые могут повышать активность человека. Элементы игровых механик должны соответствовать структуре интерфейса и психологическим особенностям пользователей. Неграмотное внедрение элементов может привести к снижению внутренней мотивации или к формированию внешней зависимости от стимулов. Таким образом, изучение игровых механик как способа повышения мотивации пользователей, является одной из актуальных задач в сфере проектирования интерфейсов.

Основная часть. Геймификация основывается на ключевых принципах человеческой мотивации. Главная идея заключается не в развлечении, а в создании таких условий, при которых человек испытывает дополнительное удовлетворение от достижения целей.

В психологии выделяют несколько популярных подходов к мотивации:

1 Пирамида потребностей Маслоу утверждает, что существует пять уровней потребностей: физиологические, безопасность, социальные связи, уважение и самореализация. Каждый следующий этап становится актуальным только после удовлетворения предыдущего. Геймификация часто ориентируется на высшие уровни пирамиды: потребность в уважении и самореализации, которые реализуются через таблицы лидеров или признание.

2 Теория двух факторов Герцберга разделяет мотивационные факторы на две категории: гигиенические, которые устраняют неудовлетворенность, и мотиваторы, способные побуждать людей к действию. Геймификация, как правило, является мотиватором – она делает повседневные задачи более привлекательными и стимулирует стремиться к лучшим результатам [1].

Мотивация может быть внешней и внутренней. Внешняя мотивация возникает при выполнении действий ради определенных наград или признания. Внутренняя мотивация, наоборот, исходит из собственного желания человека. Она проявляется в удовлетворении от самого процесса работы или игры и не зависит от внешних обстоятельств [1].

Геймификация воздействует на два фактора. Внешняя мотивация проявляется через систему вознаграждений, когда пользователи получают баллы, валюту или титулы за выполнение определённых задач. Однако длительное вовлечение требует подключения внутренней мотивации, которая подразумевает чувство прогресса, достижения мастерства или социальной значимости. Именно внутренние стимулы превращают геймификацию в мощный инструмент, с помощью которого пользователи не только стремятся к наградам, но и

развивают свои навыки, укрепляют статус в команде или наслаждаются процессом [1]. Одним из примеров применения геймификации в образовании является технология балльно-рейтинговой системы оценки качества знаний обучающихся, которая включает в себя в том числе и бонусные баллы за выполнение студентом той или иной формы активности, не являющейся обязательной для выполнения. Для предотвращения пропусков студентами занятий без уважительных причин и опозданий на них можно предусмотреть и штрафные баллы [2].

При внедрении игровых механик важно придерживаться нескольких основных правил:

1 Учитывайте особенности целевой аудитории. Важно понимать, кто ваши пользователи, так как разные группы реагируют на стимулы и награды по-разному.

2 Разрабатывайте простые и понятные игровые механики. Сложные сценарии могут отпугнуть пользователей и затруднить их взаимодействие с системой. Интуитивная простота должна стать основой механик.

3 Балансируйте уровень сложности и достигаемости целей. Игровые задачи должны быть увлекательными и демонстрировать реальность их выполнения.

4 Постоянно обновляйте сценарии. Повторяемые механики быстро теряют привлекательность, а новые задания и вызовы удерживают интерес пользователей.

5 Обеспечивайте обратную связь. Прогресс крайне важен для участников, ведь возможность видеть свои достижения стимулирует к дальнейшему участию [3].

Игровые механики, применяемые на различных платформах, основываются на глубоких исследованиях психологии и подкреплены опытом использования. Их задача выходит за пределы простого развлечения: такие механики направлены на то, чтобы влиять на поведение пользователей, увеличивать их вовлеченность и мотивировать к определенным действиям. Среди самых распространенных примеров геймификации, используемых в сайтах и приложениях, можно выделить следующие:

1 Баллы и уровни. Один из наиболее доступных способов реализации игровых элементов – начисление очков за выполнение конкретных действий. По мере набора определенного количества баллов пользователь продвигается на новый уровень, открывающий доступ к новым задачам или функциям.

2 Ежедневные задачи. Короткие и простые задания помогают удерживать интерес пользователей и стимулируют их возвращаться снова. Такой подход способствует развитию привычки регулярного взаимодействия с платформой.

3 Таблицы лидеров и конкуренция. Добавление элементов соревнования, например рейтингов, может стать мощным стимулом для пользователей. Для большей эффективности следует формировать группы по уровню активности, чтобы конкуренция была справедливой и увлекательной.

4 Персональная статистика. Возможность отслеживать собственные достижения мотивирует пользователей продолжать взаимодействие с приложением. Статистические данные могут также служить ценным ориентиром для прогресса.

5 Ежедневная мотивация. Для поддержания привычки регулярного использования можно внедрить отображение количества дней, проведенных в приложении. Однако числа порой бывают недостаточно убедительны – добавление интерактивных элементов усилит их эффект [4].

Данные механики помогают не только вовлекать пользователей в процесс, но и формируют устойчивую связь с продуктом, стимулируя его дальнейшее использование, что способствует повышению активности пользователей и эффективному достижению целей. Тем не менее важно учитывать особенности проектирования игровых элементов.

Геймификация пользовательского интерфейса и опыта взаимодействия, как и любая другая инновационная технология, обладает своими сильными и слабыми сторонами. Несмотря на значительные преимущества, применение может сопровождаться рядом трудностей и ограничений.

К основным проблемам использования геймификации можно отнести следующие:

1 Ограниченная мотивация пользователей. Одной из главных сложностей является то, что даже при внедрении игровых элементов не все пользователи сохраняют стабильный интерес к продукту или сервису.

2 Перебор с игровыми механиками. Чрезмерное насыщение интерфейса элементами геймификации может вызывать у пользователей перегруженность либо раздражение, затрудняя процесс взаимодействия.

3 Слабая интеграция с основным функционалом. Если игровые элементы плохо сочетаются с основными задачами пользователя, это способно вызвать путаницу и снизить восприятие продукта [5].

Несмотря на данные недостатки, геймификация остается эффективным инструментом, который, при грамотном подходе, позволяет повысить уровень вовлеченности пользователей. Однако для достижения положительного результата требуется тщательное планирование и анализ, чтобы избежать нежелательных эффектов.

Заключение. Изучены теоретические основы мотивации и особенности ее проявления в цифровой среде. Проведен анализ ключевых принципов геймификации и основных игровых механик, применяемых в интерфейсах современных цифровых продуктов. Установлено, что использование таких элементов, как баллы, уровни, достижения, рейтинги и ежедневные задачи, способствует увеличению вовлеченности пользователей и формирует устойчивый интерес к продукту.

Определено, что геймификация воздействует как на внешнюю, так и на внутреннюю мотивацию. Внешние стимулы реализуются через вознаграждения и поощрения, тогда как внутренние связаны с ощущением прогресса, достижением мастерства и повышением социальной значимости. Также выявлено, что успешность применения игровых механик зависит от их соответствия потребностям целевой аудитории, гармоничной интеграции в структуру интерфейса и сохранения баланса между игровыми элементами и основным функционалом продукта.

Список литературы

1. Геймификация и психология: почему игры мотивируют? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://thehrd.ru/articles/gejmifikaciya-i-psiologiya-rochemu-igry-motiviruyut/>. Дата доступа: 01.03.2026.
2. Попова, Т. В. Перспективы и риски внедрения геймификации в современном образовании / Т. В. Попова, О. Е. Ермакова, А. А. Долгова, Н. А. Черных // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. СоциокINETика. – 2022. – № 2. – С. 12-17.
3. Использование геймификации в веб-дизайне [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://taptop.pro/blog/ispolzovanie-gejmifikacii-v-veb-dizajne>. Дата доступа: 01.03.2026.
4. Геймификация в цифровых продуктах: лучшие практики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.uprock.ru/articles/geymifikaciya-v-cifrovyyh-produktah-luchshie-praktiki>. Дата доступа: 28.02.2026.
5. Геймификация пользовательского интерфейса и опыта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://apptask.ru/blog/gejmifikaciya-polzovatel'skogo-interfeisa-i-opyta>. Дата доступа: 28.02.2026.

UDC 004.928:004.514

GAME MECHANICS IN DIGITAL PRODUCT INTERFACES AS A TOOL FOR INCREASING USER MOTIVATION

Popova E.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dzik S.K – Cand. of Sci., Associate Professor, Chair of the department of ECG

Annotation. The theoretical aspects of user motivation in the digital environment were examined, and the application of a gamified approach to enhance it was analyzed. Key gamification mechanics used in digital product interfaces and their impact on both extrinsic and intrinsic motivation were studied. The main advantages and limitations associated with implementing game elements in user interfaces were identified.

Keywords: user interface, gamification, motivation, user experience, engagement, game mechanics

ИНТЕРФЕЙС КАК ИНСТРУМЕНТ УДЕРЖАНИЯ ВНИМАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Петрачков В.Л.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Вышинский Н.В. – к.т.н., профессор, профессор кафедры ИКТ

Аннотация. В данной работе рассмотрены особенности проектирования пользовательских интерфейсов как инструмента удержания внимания и повышения мотивации пользователей. Описаны факторы, влияющие на вовлеченность, а также принципы персонализации, постепенного вовлечения и геймификации как механизмы формирования устойчивого интереса. Показано, что удобство использования и понятность интерфейса способствует длительному взаимодействию пользователей с системой.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, внимание, мотивация, пользовательский опыт, вовлеченность, геймификация, когнитивная нагрузка

Введение. В настоящее время актуальной является проблема высокой конкуренции за внимание пользователя среди цифровых сервисов, а также снижение общей концентрации пользователей.

Ключевым аспектом эффективности приложения становится способность обеспечивать длительное и продуктивное взаимодействие с пользователем. Низкий уровень вовлеченности сводит на нет даже самые передовые технические возможности, усложняя выполнение поставленных пользователем задач.

В таких условиях пользовательский интерфейс становится не только средством взаимодействия с системой, но и инструментом формирования привычек и устойчивой активности пользователя.

В данной статье рассматриваются психологические и поведенческие основы удержания внимания, анализируются современные принципы проектирования пользовательских интерфейсов, а также предлагаются направления повышения вовлеченности пользователей через взаимодействие с программным продуктом.

Основная часть. Внимание – система отбора информации, позволяющая нам воспринимать только значимую для нас информацию, помогающая нам реагировать лишь на то, что для нас важно или представляет для нас интерес [1].

Процессы удержания внимания и повышение мотивации являются взаимосвязанными задачами, возникающими при проектировании интерфейсов. При помощи управления вниманием обеспечивается базовое взаимодействие с системой, а контроль мотивации обеспечивает его продолжение и повторяемость.

В следствие этого эффективный интерфейс должен учитывать когнитивные ограничения человека, эмоциональные механизмы восприятия и закономерности формирования привычек.

С точки зрения когнитивной психологии, внимание представляет собой ограниченный ресурс, имеющий свойство истощаться физическими и умственными усилиями, и распределяемый избирательно [2].

Так при взаимодействии с интерфейсом, перегруженным визуальными элементами, непредсказуемой иерархией элементов или сложной навигацией внимание пользователя будет заметно истощаться, снижая концентрацию и вовлеченность. И напротив, интерфейс с закономерной иерархией, понятной навигацией и общей предсказуемостью действий снижает когнитивную нагрузку, тем самым обеспечивая более продолжительное и продуктивное взаимодействие. Тем самым обеспечение качественного пользовательского опыта (UX) напрямую влияет на внимание и вовлеченность.

Цель UX – выявить барьеры и слабые места в дизайне, а затем исправить их: устранить несоответствие между ожиданиями человека и функциональностью продукта, снизить когнитивную нагрузку и сократить путь достижения цели [3]. Чем быстрее пользователь сможет выполнить поставленную задачу, тем лучше будет его опыт.

UX – это логика взаимодействия, удобство и функциональность. При помощи UX дизайнер может напрямую контролировать внимание пользователя, при помощи управления визуальным фокусом, снижения когнитивной нагрузки, дофаминовых стимулов и т.д.

Положительный UX формирует благоприятное восприятие продукта, повышая удовлетворенность и лояльность.

Мотивация пользователей напрямую влияет на такие показатели, как вовлеченность и коэффициент конверсии. Когда дизайн согласуется с мотивационными факторами пользователей, он сводит к минимуму отток и повышает удовлетворение.

Для формирования устойчивой мотивации в цифровой среде необходимо постоянное удовлетворение базовых психологических потребностей пользователя, таких как потребность в достижениях, потребность в принадлежности и потребность во власти [4].

Потребность в достижениях удовлетворяют следующие действия: сравнение прошлых и нынешних результатов, ощущение победы превыше участия, сравнение результатов с другими людьми, выполнение сложных задач.

Потребность в принадлежности удовлетворяет следующее: возможность познакомиться с новыми людьми, постоянная коммуникация, способны оказывать поддержку.

Потребность во власти удовлетворяет следующее: полномочия по делегированию задач, удовольствие от одновременного выполнения нескольких задач, слежка за своей собственной деятельностью и деятельностью других, воздействие на эмоции других людей.

Выделяют следующие принципы проектирования интерфейсов, направленные на удовлетворение данных потребностей и повышение мотивации и вовлеченности:

1 Персонализация пользовательского опыта – это использование информации о поведении человека с целью предоставить ему контент и функциональность, которые соответствуют его индивидуальным потребностям и интересам. Персонализация является скрытой – она контролируется системой и не требует сознательного участия и усилий со стороны пользователя [5].

Персонализация контента, рекомендаций и сценариев взаимодействия на основе предыдущего поведения пользователя повышает релевантность отображаемой информации и сокращает время поиска необходимых функций, что в свою очередь снижает когнитивную нагрузку и формирует ощущение контроля над системой.

2 Принцип постепенного вовлечения – это стратегия, при которой информация и функции предоставляются пользователям постепенно и избирательно в зависимости от их потребностей и уровня вовлеченности. Эта философия дизайна стремится избежать когнитивной перегрузки и оптимизировать пользовательский опыт, первоначально отображая только важные аспекты и постепенно раскрывая дополнительную информацию или возможности посредством взаимодействия или по мере проявления интереса со стороны пользователей [5].

3 Геймификация – это стратегия, которая привносит элементы игр в неигровые контексты [6].

Основой успешной геймификации в UX/UI дизайне является ясное определение целей и системы наград. Перед тем, как интегрировать геймификацию в дизайн, важно определить, какие именно цели вы хотите достичь. Чем более четко сформулированы цели, тем эффективнее будет геймификация [6].

Создание привлекательной системы наград играет ключевую роль в геймификации. Пользователи должны чувствовать, что достижение целей и выполнение задач приносит им какую-то выгоду. Это может быть представлено в виде бонусов, виртуальной валюты или других мотивирующих элементов. Также, добавление уровней сложности позволяет

адаптировать геймификацию под различные уровни пользовательских навыков, делая ее более доступной и интересной [6].

Различные инструменты, такие как прогресс-бары, визуализация достижений, и регулярные обновления целей, позволят поддерживать интерес пользователей. Эти инструменты помогают создать динамичный опыт, постоянно мотивируя пользователей двигаться вперед [6].

Таким образом, повышение мотивации и удержание внимания пользователей достигается за счет обеспечения положительного пользовательского опыта и удовлетворения таких потребностей как потребность в достижениях, потребность в принадлежности и потребность во власти, обеспечивающихся путем персонализации пользовательского опыта, постепенного вовлечения и геймификации, позволяющих создать наиболее продолжительное взаимодействие с системой.

Закключение. Рассмотрены основные подходы удержания внимания пользователей в цифровой среде, способствующие повышению мотивации и вовлеченности. Установлено, что обеспечение качественного пользовательского опыта напрямую влияет на благоприятное восприятие программного продукта, а учет ограниченности используемого пользователем внимания обеспечивает продолжительное и продуктивное взаимодействие.

Установлено, что устойчивое взаимодействие с цифровым продуктом происходит при условии удовлетворения таких базовых психологических потребностей как потребности в достижениях, принадлежности и контроле. Реализация данных потребностей возможна посредством применения таких принципов, как персонализация пользовательского опыта, постепенное вовлечение и геймификация.

Список литературы

1. Непроизвольное, произвольное и послепроизвольное внимание [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://psychologos.ru/articles/view/neproizvolnoezpt-proizvolnoe-i-posleproizvolnoe-vnimanie>. Дата доступа: 28.02.2026.
2. Ограниченность ресурса внимания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meta-forma.ru/blog/princip-zip-vnimaniya-%E2%84%96-3-ogranichennost-resursa-vnimaniya>. Дата доступа: 28.02.2026.
3. Что такое UX-исследование и как его проводит [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.in-aim.ru/blog/chto-takoe-ux-issledovanie-i-kak-ego-provodit>. Дата доступа: 28.02.2026.
4. 3 Types of Motivation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.luxoft.com/blog/3-types-of-motivation-what-is-driving-you-and-how-can-you-drive-them#:text=According%20to%20the%20Theory%20>. Дата доступа: 28.02.2026.
5. Персонализация в UX [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.uprock.ru/articles/personalizaciya-v-ux>. Дата доступа: 28.02.2026.
6. Геймификация в UX/UI: Как Превратить Ваш Дизайн в Захватывающую Игру [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vc.ru/design/1036280-geimifikaciya-v-ux-ui-kak-prevratit-vash-dizain-v-zahvatyvayushuyu-igru>. Дата доступа: 28.02.2026.

UDC 004.5

INTERFACE AS A TOOL FOR ATTENTION RETENTION AND USER MOTIVATION ENHANCEMENT

Petrachkov V.L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Vyshinsky N.V. – Cand. of Sci., Professor, Professor of the department of ECG

Annotation. This article examines the design features of user interfaces as a tool for retaining attention and enhancing user motivation. The factors influencing user engagement are described, along with the principles of personalization, progressive engagement, and gamification as mechanisms for developing sustained interest. It is shown that usability and clarity of the interface contribute to long-term interaction between users and the system.

Keywords: user interface, attention, motivation, user experience, engagement, gamification, cognitive load

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОТОТИПОВ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ

Яхья-заде А. С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Вышинский Н. В. – к.т.н., профессор, профессор кафедры ИКТ

Аннотация. В статье рассматривается применение аддитивных технологий для создания прототипов роботизированных устройств. Проведён анализ основных методов 3D-печати, используемых в робототехнике: FDM, SLA и SLS. Показаны преимущества и ограничения данного подхода при проектировании механических узлов и функциональных деталей.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, прототипирование, роботизированные устройства, FDM, SLA

Введение. Развитие робототехники в последние десятилетия характеризуется стремительным расширением областей применения роботизированных систем: от промышленной автоматизации до медицинских и бытовых устройств. Одним из ключевых этапов в процессе разработки таких систем является создание физических прототипов, позволяющих верифицировать конструктивные решения до запуска серийного производства. Традиционные методы изготовления прототипов требуют значительных временных и финансовых затрат, что существенно замедляет цикл разработки.

В данном контексте аддитивные технологии – совокупность методов послойного синтеза трёхмерных объектов – представляют собой эффективную альтернативу классическим технологиям обработки материалов. Возможность быстрого перехода от цифровой модели к физическому изделию, а также гибкость в изменении конструкции без необходимости переоснащения производства делают аддитивные технологии идеальным инструментом при разработке роботизированных устройств [1].

Основная часть. Аддитивные технологии объединяют широкий спектр методов, различающихся по применяемым материалам, физическим принципам и точности изготовления. В контексте прототипирования роботизированных устройств наибольшее распространение получили следующие технологии.

Технология моделирования методом послойного наплавления (FDM – Fused Deposition Modeling) является наиболее доступной и широко распространённой. В её основе лежит послойное нанесение расплавленной нити из термопластичного материала по заданной траектории. Для изготовления прототипов роботов чаще всего используется полилактид (PLA), акрилонитрилбутадиенстирол (ABS), а также нейлоновые и полиэфирные нити. FDM-печать позволяет быстро получать прочные детали с достаточно высокой геометрической точностью – погрешность составляет порядка 0,1–0,3 мм [2].

Стереолитография (SLA – Stereolithography) основана на послойной полимеризации жидкой фотополимерной смолы под воздействием ультрафиолетового лазера. Данная технология обеспечивает значительно более высокую точность и качество поверхности по сравнению с FDM, что делает её предпочтительной для изготовления деталей со сложной геометрией. Точность SLA-печати может достигать 0,025 мм, однако механические свойства фотополимеров, как правило, уступают свойствам термопластиков, применяемых в FDM.

Технология селективного лазерного спекания (SLS – Selective Laser Sintering) использует лазерное спекание порошковых материалов: полиамида, поликарбоната, стекло- и углеволоконных наполненных полимеров. SLS позволяет изготавливать функциональные детали с высокими механическими характеристиками без применения поддерживающих структур, что существенно упрощает постобработку. Данная технология применяется для

производства несущих элементов манипуляторов и корпусных деталей мобильных роботов [3].

При создании прототипов роботизированных устройств аддитивные технологии применяются на нескольких уровнях конструктивной иерархии. На уровне кинематических узлов с помощью 3D-печати изготавливаются звенья манипуляторов, корпусные детали, кронштейны крепления сенсоров и приводов. Изготовление таких элементов методами аддитивного производства позволяет сократить сроки прототипирования в 3–5 раз по сравнению с традиционной механической обработкой [2].

Применение гибких фотополимеров и термопластичных эластомеров (TPU) открывает возможность изготовления мягких роботизированных захватов и гибких приводных элементов – компонентов, работающих по принципу пневматической или гидравлической актуации. Подобные устройства находят широкое применение в медицинских манипуляторах и системах захвата хрупких объектов.

Интеграция проводящих материалов при многоматериальной 3D-печати позволяет создавать встроенные токопроводящие дорожки непосредственно в процессе формирования корпусных деталей, что упрощает монтаж электронных компонентов и уменьшает массу роботизированного устройства. Параллельно с изготовлением механических компонентов ведётся верификация кинематической схемы с использованием программных пакетов имитационного моделирования, таких как ROS (Robot Operating System) и Gazebo [4].

Среди ограничений аддитивных технологий при прототипировании роботизированных систем следует выделить следующее: изотропность механических свойств деталей, полученных FDM-методом, уступает свойствам деталей, изготовленных механической обработкой или литьём; точность большинства настольных FDM-принтеров не позволяет получать посадочные поверхности с полями допуска выше 7–8 качества без дополнительной обработки; выбор материалов ограничен технологическими возможностями конкретного оборудования.

Тем не менее, практика прототипирования показывает, что сочетание FDM-печати с точными покупными элементами – подшипниками, шестернями, стандартными крепёжными изделиями – позволяет добиться вполне удовлетворительных функциональных характеристик прототипа при минимальных затратах. Такой подход широко применяется в академической среде и стартап-компаниях при разработке первых итераций роботизированных устройств [1].

В качестве практического примера рассмотрим процесс создания прототипа шестизвенного манипулятора с помощью FDM-технологии. Трёхмерные модели звеньев манипулятора разрабатываются в САПР (например, SolidWorks или Fusion 360) с учётом рекомендаций по ориентации деталей при печати для обеспечения наилучших механических свойств. Конструктивные зазоры между сопрягаемыми деталями выбираются в диапазоне 0,2–0,4 мм для обеспечения свободной посадки с учётом погрешностей печати.

После изготовления деталей проводится сборка прототипа: звенья манипулятора соединяются с помощью серводвигателей типа MG996R или Dynamixel, управление которыми осуществляется микроконтроллером STM32 или платформой Arduino. На данном этапе верифицируется корректность кинематической схемы, точность воспроизведения траекторий и нагрузочные характеристики конструкции. В случае выявления недостатков конструкция оперативно модифицируется, после чего цикл прототипирования повторяется [5].

Использование облачных платформ для хранения и совместной разработки 3D-моделей (GrabCAD, Onshape) в сочетании с аддитивным производством формирует итерационный процесс разработки, при котором полный цикл – от модификации конструкции до тестирования нового прототипа – занимает от нескольких часов до одного рабочего дня. Это кардинально изменяет характер инженерной деятельности в области робототехники, снижая стоимость ошибки и стимулируя поиск нестандартных конструктивных решений.

Важным направлением применения аддитивных технологий является производство корпусных деталей мобильных роботизированных платформ. Лёгкие, геометрически сложные корпуса, изготовленные методом FDM или SLS, позволяют оптимально распределить