

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Институт информационных технологий



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**58-я научная конференция
аспирантов, магистрантов и студентов**

Сборник статей

18–22 апреля 2022 года
Минск, ИИТ БГУИР

УДК 004+ 621.3
ББК 32.97+32.81

Информационные системы и технологии: сборник статей 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 18-22 апреля 2022 г.) / Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники; редкол. : А. И. Парамонов [и др.] – Минск, 2022. – 55 с.; ил.

В сборнике представлены статьи по материалам 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Для научных и инженерно-технических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов вузов.

Редакционная коллегия:

А.И. Парамонов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ИИТ БГУИР (председатель редакционной коллегии).

Р.С. Сидоренко, кандидат педагогических наук, заместитель директора ИИТ БГУИР по учебной работе.

М.Л. Маковский, заместитель декана ФКТ ИИТ БГУИР, председатель комиссии по организации и проведению конференции (по направлению ИСиТ).

С.В. Власюк, заместитель декана ФКТ ИИТ БГУИР, заместитель председателя комиссии по организации и проведению конференции (по направлению ИСиТ).

О.Ю. Кунцевич, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

Ю.А. Скудняков, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР, председатель секции «Программная и компьютерная инженерия»

Ответственность за достоверность публикуемых материалов несут их авторы.

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Институт информационных технологий, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСОЛЯЦИИ	4
2	ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА	7
3	ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	12
4	ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ	16
5	АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА КАФЕДРЕ УНИВЕРСИТЕТА	19
6	СИСТЕМА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32	23
7	ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ШЕЙДЕРОВ	26
8	СИСТЕМА ГИБРИДНОГО ШИФРОВАНИЯ/ДЕШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ	31
9	АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ	35
10	МОНИТОРИНГ РЕСУРСОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ	39
11	АДАПТИВНЫЙ ПОСК ПО ЛОГИЧЕСКИМ ВЫРАЖЕНИЯМ В ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ	43
12	СИСТЕМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ	47
13	АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	51

УДК 628.92

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСОЛЯЦИИ

Бажанова Е.Р., студент, Лоскутова А.А., студент, Бороздина Н.Д. студент

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
г. Новосибирск, Россия*

Нефедова С.А. – старший преподаватель кафедры ИКГ

Аннотация. В данной статье рассматривается компьютерное моделирование инсоляции зданий, для выполнения, исследовался естественный уровень освещения застройки и полученные данные, позволяют сделать необходимые выводы для соответствия нормативных требований. Приведено сравнение наиболее востребованных компьютерных программ и сделаны выводы на основании экономических событий последнего времени.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, инсоляция помещений, визуальное программирование

Введение. В наше время, как никогда важно соблюдать все нормы и требования при строительстве, к сожалению, не всегда желаемое соответствует действительности. Нам стало интересно, как же раздел «Проектирование теней» в дисциплине: «Начертательная геометрия и черчение», может помочь в будущем, в профессиональной деятельности. Было решено рассмотреть всё на примере инсоляции в современной архитектуре и попытаться проанализировать предлагаемые программы на современном рынке, для визуального проектирования и расчетов освещенности окружающей застройки [1].

Основная часть. Инсоляция – облучение прямыми солнечными лучами зданий, помещений и территорий, оказывающее световое, тепловое, ультрафиолетовое воздействие.

С учетом требований к инсоляции проектируют и застраивают города, размещают здания на генплане, подбирают их конструкции. В зависимости от того, каким образом здание размещается на земельном участке, ориентировано по сторонам света и какие приняты объёмно – планировочные решения, будет зависеть выполнение нормативных требований инсоляции и освещённости объекта.

Различают астрономическую, вероятную и фактическую инсоляцию.

Астрономическая инсоляция определяется вращениями Земли вокруг Солнца и собственной оси, наклонённой под углом 23,5° к эклиптике. Вероятная инсоляция зависит от состояния атмосферы и облачного покрова. Фактическая инсоляция зависит от ориентации и конфигурации застройки, оконных проёмов, положения расчётного помещения, балконов и лоджий.

Должны соблюдаться все нормы освещения помещений для того, чтобы лучи солнца проникали через световые проемы в жилые комнаты и облучали их. К примеру, на сегодняшний день в зданиях большую площадь занимают окна, что иногда приводит к чрезмерной инсоляции, как следствие, к перегреву помещения в летнее время. Существует несколько способов борьбы с перегревом: вентиляция или стекла, поглощающие тепловое излучение. И наоборот, недостаток освещения приводит к противоположным проблемам.

Существуют разные по назначению помещения, для которых инсоляция необходима (детские сады, санатории и т. д.), а в некоторые солнечные лучи не должны проникать (лаборатории, операционные и т. д.). Поэтому, при определении количества инсоляции необходимо учитывать назначение проектируемого здания.

Для зданий установлены требования к продолжительности инсоляции помещений в соответствии с нормативными документами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076 – 01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» и все проектируемые объекты должны отвечать этим требованиям [2].

На этапе формирования архитектурного замысла объекта одна из главных задач – определение геометрической формы здания, позволяющей выполнить все нормативные требования. Для архитектурного проектирования формы здания был разработан метод, смысл которого заключается в том, что солнечные лучи формируют определённый объём и геометрию здания, когда их траектория соответствует соблюдению нормативных требований инсоляции.

Существует такой прибор как инсоляметр, пользуясь им можно приближенно решать задачи для построения схемы затенения территории от здания. Применяя этот прибор, ускоряется процесс проектирования и уменьшается риск сделать ошибку архитектору. Главное преимущество этого прибора – он не зависит от масштаба чертежа.

Различают геометрические и энергетические методы расчета инсоляции.

Геометрические методы отвечают на вопросы: куда, с какого направления и какой площади сечения, в какое время дня и года и на протяжении какого времени поступает (или не поступает) поток солнечных лучей.

Энергетические методы определяют плотность потока, создаваемую им облучённость и экспозицию в лучистых или эффективных единицах измерения.

Также хочется сказать о том, что с помощью современных программных комплексов можно выполнить анализ освещенности на примере трёхмерной модели здания, найти оптимальную его форму, определить угол наклона фасадной поверхности по направлению потока лучей для повышения или уменьшения степени солнечного облучения. Результаты трёхмерного моделирования освещённости могут значительно повлиять на конфигурацию здания, его этажность, увеличить или уменьшить объём всего здания или отдельных элементов.

Для более детального изучения рассмотрели ситуацию на примере двух, наиболее востребованных, программных продуктов, предложенных на современном рынке архитектурного проектирования инсоляции.

Первая из них, это СИТИС: Солярис – бесплатная программа для изучения архитектурных светотехнических расчетов при помощи компьютерного моделирования или «вручную» с использованием инсоляционных линеек. Программа позволяет нам с легкостью и простотой интерфейса возвести здания, используя нужный масштаб, и рассчитать инсоляцию. 3D визуализация наглядно показывает, как будет падать солнечный поток на предстоящую и окружающую застройку, и будет ли соответствовать полученный результат нормативным требованиям [3].

Autodesk Revit – это второй рассмотренный программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий. В современных реалиях могут возникнуть трудности с установкой какой-либо из программ компании Autodesk, но установив её заранее и воспользовавшись программой, смогли сравнить и сделать выводы этих программных продуктов, как начинающие пользователи. На наш взгляд, Revit уступает предыдущей программе, так как визуализация расчета инсоляции не может дать полной картины для понимания. Выстраиваемые солнечные лучи, которые имеют привязку к точкам, никаких визуальных теней не дают и не позволяют наглядно увидеть модель проектируемого объекта.

Используя программу СИТИС: Солярис, рассмотрели близлежащий район в нашем городе, который является плотным по застройке и состоит из многоэтажных зданий.

Сразу можно отметить, что интерфейс программы СИТИС: Солярис очень прост и доступен начинающему пользователю. Сначала, необходимо загрузить план местности, для этого использован самый достоверный источник – «карты», в данном случае 2гис. После чего на рассматриваемом участке возведены модели зданий, добавлены окна с помощью инструмента «окна», все размеры можно выставлять и корректировать в рабочей области интерфейса программы, с характеристиками объекта.

Когда все выстроено, можно переходить к моделированию расчетов, открыв нужный раздел в программе, автоматически появляется предполагаемая тень, которая выстраивается исходя из заданных условий. Поменяв, нужные параметры, а именно, город, время и др., можно увидеть конкретные изменения, то, как поток солнечных лучей попадает на здания. Пример полученных падающих теней в утреннее время можно увидеть на (рисунке 1).

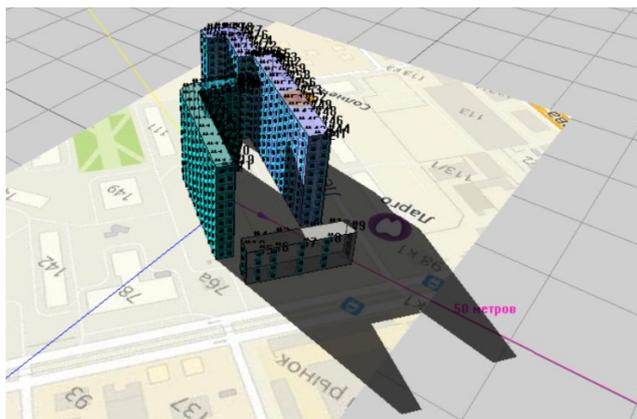


Рисунок 1 – СИТИС: Солярис. Расчет инсоляции в 8:00 по НСК

Результаты падающих теней в вечернее время представлены на (рисунке 2).

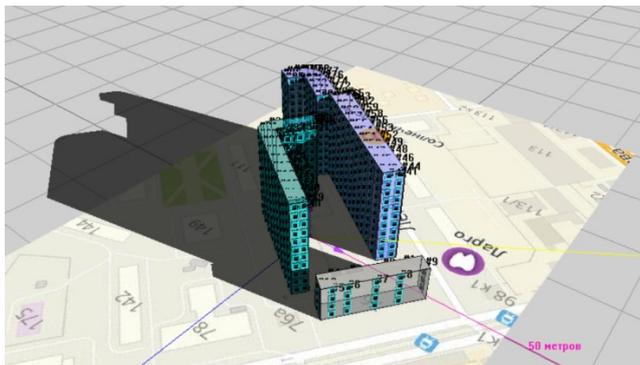


Рисунок 2 – СИТИС: Солярис. Расчет инсоляции в 18:00 по НСК

Также, после проведенных расчетов и изучения всех временных промежутков, программа СИТИС: Солярис помогает выяснить, что не все сооружения проходят по нормам СанПиН. Решение данных проблем, возможно еще на этапе проектирования, для этого необходимо корректировать этажность зданий (уменьшить количество этажей различных секций зданий), либо изменить частоту застройки (расстояние между зданиями), или же провести работу над облицовкой зданий, например, использовать отражающие фасады.

В связи с сложившейся ситуацией в мире, сегодня, доступны не все программные продукты, поэтому имеется острая необходимость в развитии и усовершенствовании отечественных информационных продуктов. А пока, можно отметить, что СИТИС: Солярис имеет очень простой и удобный интерфейс, но с количеством ограничений.

Заключение. Тут же важно упомянуть, что теория, которую мы изучаем на предмете «Начертательная геометрия и черчение», дает представление, как на практике использовать и корректировать архитектурные сооружения, в соответствии с нормами СанПиН. А также, является неотъемлемой базой, используемой в дальнейшей профессиональной деятельности.

Подводя итоги, можно сказать, что на современном этапе экономической жизни, перспективное развитие архитектурно-строительного проектирования России будет зависеть от уровня компьютерной техники и отечественного программного обеспечения, а поставленные задачи в архитектурном проектировании и строительстве стимулируют развитие новых информационных технологий.

Список использованных источников:

1. Инсоляция зданий и территорий: Учебное пособие/В. Н. Куприянов. – Казань: Издательство Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2020. - 102 с.
2. Инсоляция в архитектуре. Нормативы. Методы расчета. Режим доступа: <https://lektsii.com/2-16926.html?> (Дата обращения 07.03.2022).
3. Руководство пользователя.СИТИС: Солярис: https://www.sitis.ru/files/b8b743-3610-03-10-ПП-1--СИТИС_Солярис_Редактор_10.04_руководство_пользователя (Дата обращения 28.02.2022).

UDC 628.92

SOFTWARE FOR ARCHITECTURAL DESIGN INSOLATION

Bazhanova E.R., Loskutova A.A., Borozdina N.D.

*Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin),
Novosibirsk, Russia*

Nefedova S.A. – senior lecturer of the department of ECG

Annotation. This article discusses computer modeling of the insolation of buildings, for implementation, the natural level of illumination of the building was studied and the data obtained allow us to draw the necessary conclusions to solve regulatory requirements. A comparison of the most popular computer programs is given and conclusions are based on recent economic events.

Keywords: architectural design, insolation of premises, visual programming

УДК 004.42+376

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА

*Колдунова А.А., студент гр. 081075,
Бакунов А.М., старший преподаватель кафедры ИСиТ*

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

Кунцевич О.Ю. – канд. пед. наук, доцент

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы разработки программного средства по изучению и работе с жестовым языком. Проведен сравнительный анализ существующих аналогов, выявлены их преимущества и недостатки, приведены примеры элементов интерфейса создаваемого программного средства. Приложение включает обучающие уроки, тестовые задания, модули озвучивания введенного текста, перевода его на жестовый язык. Разработка проводилась с использованием языка программирования Java, фреймворков Spring, Hibernate, Vaadin. Для хранения информации всех компонентов веб-приложения была создана база данных в СУБД MySQL.

Ключевые слова. Программное обеспечение, разработка приложений, жестовый язык, обучение лиц с нарушениями слуха.

Введение. Для общения людей с нарушениями слуха используется жестовый язык. История его начинается с древности и неразрывно связана с историей самих глухих людей.

Жестовый язык основан на мимике человека и знаках, производимых руками. Жестовые языки в разных странах отличаются и имеют свой набор знаков. Жестовые языки практически независимы от звуковых и развиваются своим путем. Так, похожие в звуковом варианте языки, такие как британский английский и американский английский, в жестовом варианте совершенно не похожи. Точно так же австрийский и немецкий жестовые языки совершенно разные, в отличие от их звуковых аналогов.

Так, например, русский жестовый язык – естественный язык, используемый для коммуникации людьми с нарушениями слуха, проживающими на территории Российской Федерации и, частично, на территории ряда стран СНГ. Русский жестовый язык, предположительно, принадлежит к семье французского жестового языка, куда также входят американский, нидерландский, фламандский, квебекский, ирландский и бразильский жестовые языки [1, с.11]

Сейчас делаются попытки создать понятный искусственный жестовый язык, необходимый для международной коммуникации, похожий по принципу на язык эсперанто. Однако недостатком такой стандартизированной версии является то, что ее словарь сильно ограничен (до 1500 жестов в «словаре»). Для изучения жестового языка можно воспользоваться специальной литературой, видеоматериалами, пойти на курсы по его изучению. Однако современные тенденции требуют использования такого обучения параллельно с применением инфокоммуникационных технологий. Поэтому крайне актуальной является разработка соответствующих приложений.

Основная часть. Разработка программных средств для лиц с нарушениями слуха ведется различными компаниями для разных программных платформ. В таблицах 1, 2 представлены некоторые из них с указанием краткого описания, выделения определенных достоинств и недостатков.

Таблица 1 – Сравнение приложений по изучению жестового языка, работающих на платформе Android

№ п/п	Название приложения	Платформа	Язык	Краткое описание	Преимущества	Недостатки
1	Язык жестов: Мой мир [2]	Android	Русский	Для детей. Поддерживает основные жесты.	Простой и понятный интерфейс. Бесплатное использование.	Ограниченное количество языков. Маленькая библиотека материалов.
2	Русский Жестовый Язык [3]	Android	Русский	Приложение для изучения русского языка жестов позволит Вам в игровой форме выучить алфавит дактиль, жесты, основы грамматики и распространенные фразы ЖЯ.	Бесплатное использование. Содержит большую библиотеку жестов.	Ограниченное количество языков.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика приложений по изучению жестового языка, работающих на платформе ISO, нескольких платформах или являющихся веб-приложением.

№ п/п	Название приложения	Платформа	Язык	Краткое описание	Преимущества	Недостатки
3	SignSchool [4]	ISO	Американский	Содержит большую библиотеку слов с различными материалами, а также тестированием	Наличие качественных тестов. Приятный интерфейс. Бесплатное использование.	Ограниченное количество языков.
4	Signily [5]	ISO, Android	Американский	По сути является клавиатурой жестов, позволяет соотносить буквы и соответствующие им жесты.	Содержит клавиатуру жестов.	Платное. Не содержит «готовых» слов-жестов.
5	Spreadthesign [6]	Веб-сайт	Большая часть языков мира	Крупнейшая в мире знак словарь языка с более чем 300 000 знаков. Новые страны, слова и знаки приходят каждый год.	Большой словарь языка с визуальными материалами. Возможность работы на всех платформах, за счет того, что является веб-приложением. Большое количество языков.	Является только справочником, без программ для изучения жестового языка.
6	ASL American Sign Language / ASL Coach – American Sign Language [7, 8]	Android/ISO	Американский	Приложение основано на карточках, каждая из которых отвечает за одну из букв алфавита.	Простой и понятный интерфейс. Бесплатное использование.	Ограниченное количество языков / Ограниченное количество языков. Маленькая библиотека материалов.

На основании описанных данных можно выделить общие недостатки и преимущества существующих решений.

Среди недостатков отметим:

- ограниченное количество поддерживаемых языков;
- работа только на определенных платформах;
- отсутствие структурированной программы обучения;
- ограниченные справочники жестов;
- отсутствие тестовых заданий.

В качестве преимуществ выделим:

- простой интерфейс приложений;
- наличие визуализации жестов;
- бесплатное распространение.

Таким образом, актуальной является задача по разработке приложения, которое будет лишено указанных недостатков и вместе с тем включать в себя вышеописанные преимущества.

Прежде всего необходимо определиться с видом приложения и платформой. Для решения данного вопроса подойдет разработка веб-приложения. Такой тип программного средства позволит применять его на различных платформах, а обязательным условием будет являться только наличие браузера и интернет-соединения.

Также необходимо сделать возможность изучения различных диалектов жестового языка (русский, английский и другие).

По нашему мнению, веб-приложение должно содержать учебные и тестовые материалы, а также иметь понятный интерфейс и бесплатно распространяться.

Разработанное приложение предлагает возможность прохождения пользователями тестовых заданий, изучение материала уроков, озвучивание введенного текста (с возможностью сохранения

«постоянных фраз»), применения элементарного переводчика из текстового представления в жестовый набор, а также предоставляет доступ к справочнику слов. Также предложен режим для администрирования, при помощи которого можно наполнять базу данных.

Для хранения информации всех компонентов веб-приложения была разработана база данных со структурой, изображенной на рисунке 1.

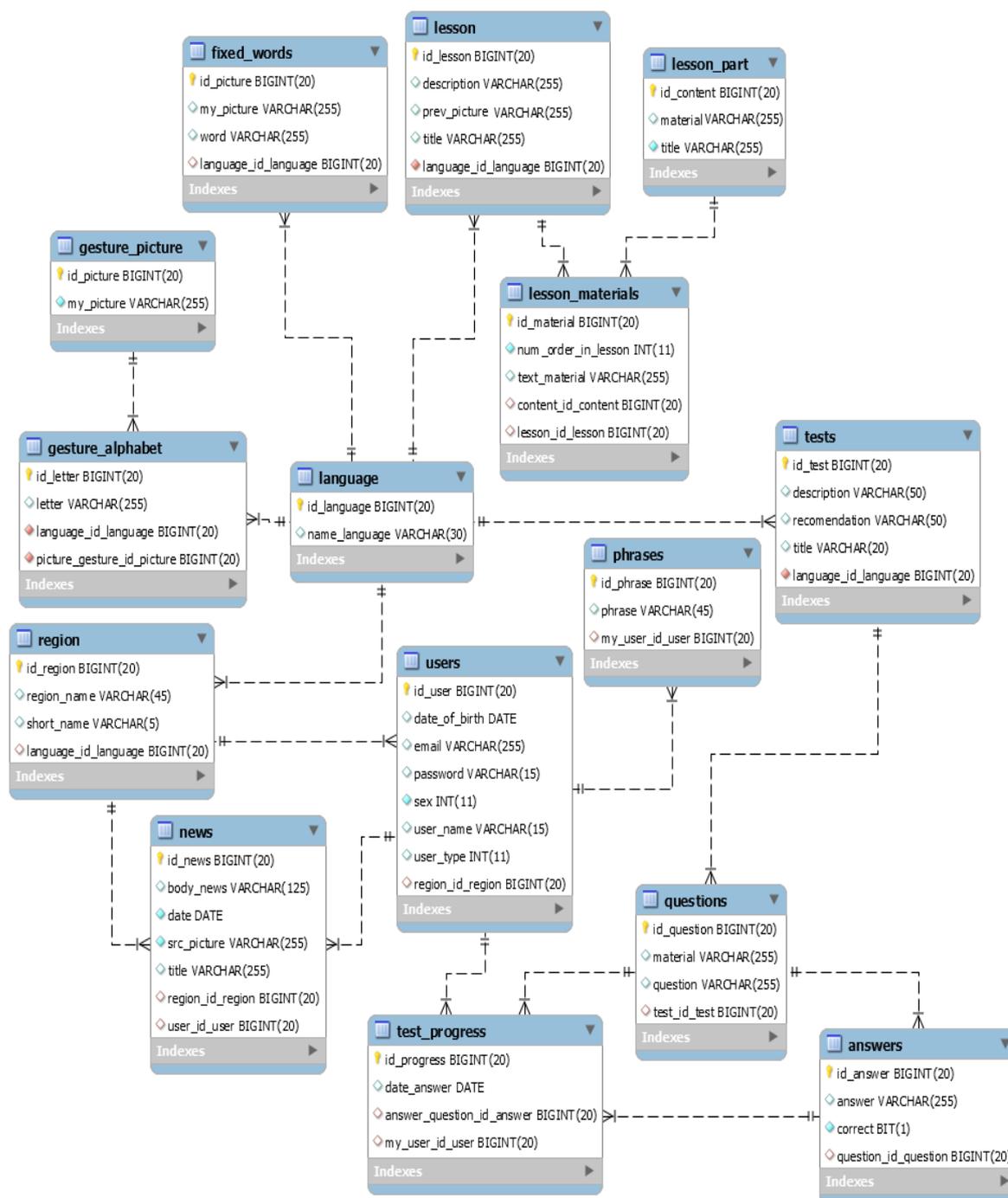


Рисунок 1 – Схема базы данных разрабатываемого веб-приложения

В ходе разработки был произведен анализ существующих программных решений для изучения жестового языка, а также было предложено свое решение в виде веб-приложения «PantoLeaner».

Разработанное веб-приложение можно использовать как в качестве локального ресурса в учреждениях образования, так в качестве открытого ресурса для общедоступного пользования.

Рассмотрим некоторые возможности разработанного приложения.

После авторизации пользователь будет перенаправлен на главную страницу с новостями по выбранному региону.

Для навигации по веб-приложению необходимо использовать меню в шапке страницы. При необходимости изучить предложенные уроки необходимо нажать на кнопку «Уроки». После чего откроется страница со списком уроков (рисунок 2).

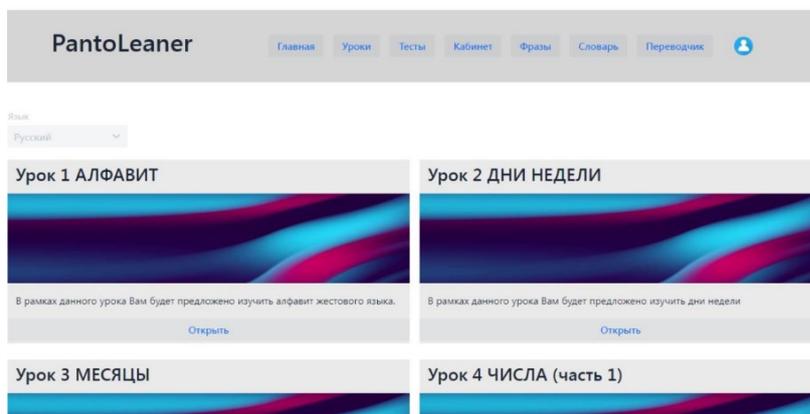


Рисунок 2 – Список уроков веб-приложения «PantoLeaner» по изучению жестового языка

Для открытия соответствующего урока необходимо нажать на кнопку «Открыть», после чего откроется сам материал для изучения. На рисунке 3 изображен элемент интерфейса, включающий меню приложения, а также вариант применения учебного задания в процессе прохождения курса по работе с жестовым языком.

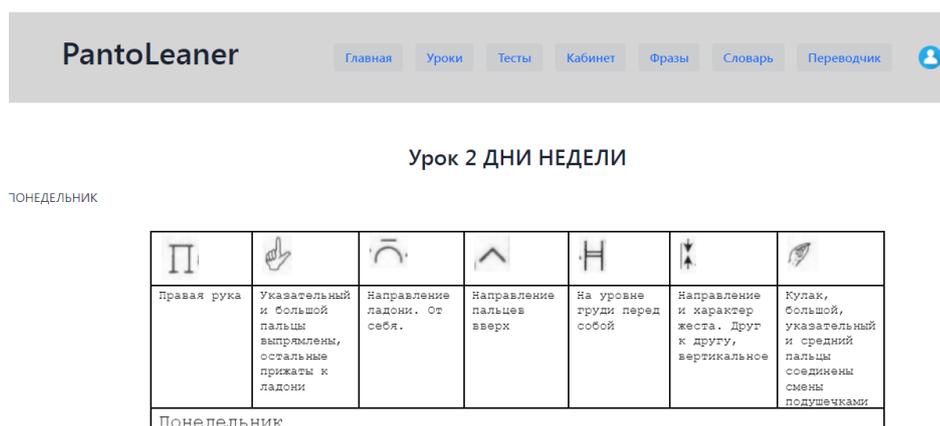


Рисунок 3 – Учебные задания веб-приложения «PantoLeaner» по изучению жестового языка

При необходимости получить доступный список тестов можно нажать на кнопку «Тесты» в шапке страницы. Если выбрать кнопку «Открыть», то будет доступна страница предварительного просмотра теста. На нем отображена основная информация по тестовому заданию, а также информация пройденных ранее попытках (рисунок 4).

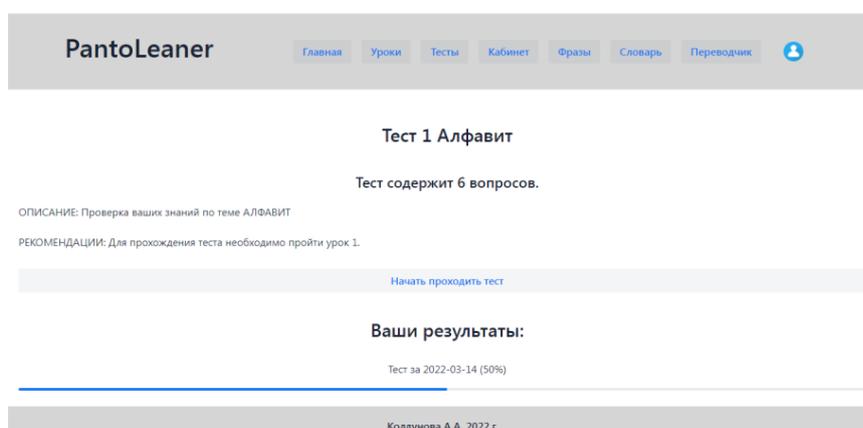


Рисунок 4 – Тестовые задания веб-приложения «PantoLeaner» по изучению жестового языка

При переходе на страницу «Фразы», предоставляется возможность ввода текста с дальнейшим его сохранением и озвучиванием. Доступно также редактирование после выбора фразы или ее удаление. На странице «Словарь» доступен просмотр справочника фраз или слов по выбранному языку. Для перевода на нужный язык достаточно выбрать язык, ввести текст и нажать на кнопку для перевода (рисунок 5).

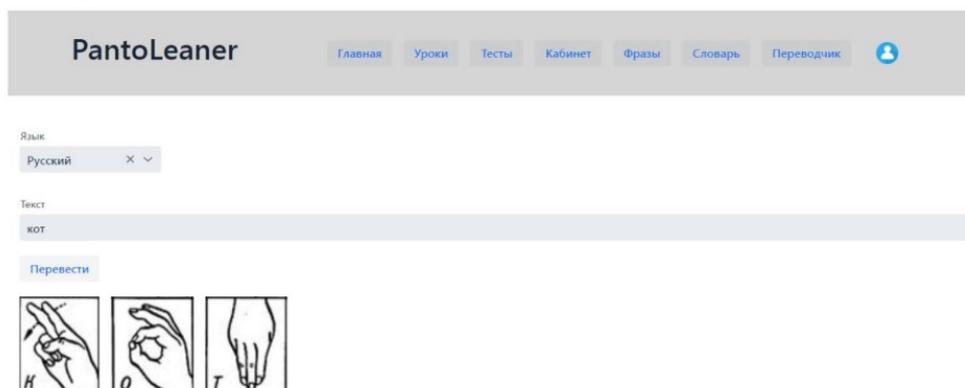


Рисунок 5 – Страница переводчика веб-приложения «PantoLeaner» по изучению жестового языка

Заключение. Разрабатываемое web-приложение по изучению и работе с жестовым языком «PantoLeaner» содержит соответствующие учебные, тестовые материалы, предназначено для широкого круга лиц с нарушениями слуха. Приложение работает в одном режиме: руководство пользователя или администратора веб-приложения. В качестве перспектив развития программного средства нами определено расширение пользователей по географическому признаку. Разработка проводилась с использованием языка программирования Java, фреймворков Spring, Hibernate, Vaadin. Для хранения информации всех компонентов веб-приложения была создана база данных в СУБД My Sql.

Список использованных источников:

1. Учебное пособие для обучения переводчиков русского жестового языка в профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования / Сост. В.П. Камнева, О.О. Афанасьева, А.Е. Харламенков. – Москва. – 2016. – 166 с.
2. Язык жестов: Мой мир [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.technoland.my_world_2020_bishkek&hl=ru&gl=US – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Русский Жестовый Язык [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.razeeman.study.russiansignlanguage&hl=ru&gl=US> – Дата доступа: 15.02.2022.
4. SignSchool [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.signschool.com/> – Дата доступа: 05.03.2022.
5. Клавиатура SIGNILY [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://questhint.ru/klaviatura-signily/> – Дата доступа: 05.03.2022.
6. Spreadthesign [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://apps.apple.com/ru/app/spreadthesign/id438811366> – Дата доступа: 07.02.2022.
7. ASL American Sign Language [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=tenmb.asl.americansignlanguagepro&hl=ru&gl=US>. – Дата доступа: 03.04.2022.
8. ASL Coach - 'American Sign Language' [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://apps.apple.com/us/app/asl-coach-american-sign-language/id385799946> – Дата доступа: 20.02.2022.

UDK 004.42+376

WEB APP FOR LEARNING SIGN LANGUAGE

Koldunova A.A., Bakunov A.M.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Kuntsevich O.Yu. – PhD in Pedagogic Sciences, associate professor

Annotation. The article deals with the development of a software tool for studying and working with sign language. A comparative analysis of existing analogues was carried out, their advantages and disadvantages were identified, examples of interface elements of the developed software were given. The application includes training lessons, test tasks, modules for voicing the entered text, translating it into sign language. The development was carried out using the Java programming language, Spring, Hibernate, Vaadin frameworks. To store the information of all components of the web application, a database was created in the MySQL.

Keywords. Software, application development, sign language, training for people with hearing impairments.

УДК 004.42+330.4

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Лойко М.А., студент, Буцаев В.И. студент

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

Скудняков Ю.А. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В работе проводится исследование проблем автоматизации бизнес-процесса складской логистики на предприятии и, на основе полученных результатов исследования, разработка и практическое применение алгоритмического и программного обеспечения для автоматизации бизнес-процесса складской логистики. В статье рассмотрен комплекс вопросов, связанных с решением проблемы компьютеризации бизнес-процессов складской логистики на предприятии.

Ключевые слова. Программно-алгоритмическое обеспечение, автоматизация, бизнес-процесс, складская логистика.

Введение. Внедрение автоматизированных информационных систем является важнейшим элементом успешного функционирования предприятия и ключевым аспектом стратегии развития в настоящее время. Одной из важнейших современных базовых управленческих технологий является автоматизация бизнес – процесса складской логистики. В узком смысле понятие логистика включает организацию, планирование и управление транспортными, снабженческими, складскими операциями и различными коммуникациями компании. В широком смысле под логистикой понимается организация взаимодействия и совместное планирование разнообразных и разнородных по своей природе хозяйственных процессов и систем. Выгоды от правильного и эффективного внедрения и модернизации таких систем могут быть многозначительными, так как включают одновременно и улучшение качества предлагаемых услуг, что благоприятно скажется на клиентской базе предприятия, и минимизацию издержек на выполнение некоторых задач, что, в свою очередь, приведёт к увеличению прибыли организации.

Основная часть. При формировании складской системы нужно помнить основной принцип: только индивидуальное решение с учетом всех сопутствующих факторов может сделать ее рентабельной. Четкое определение рабочих задач и тщательный анализ переработки груза как внутри, так и вне склада является предпосылкой его рентабельной работы. Под логистическим процессом на складе понимается последовательность логистических операций, упорядоченных во времени, которая интегрируют функции приёма товаров, размещения, формирования заказов и отгрузки. Последовательность процессов в складской логистике показана на рисунке 1. Все товары доставляются в зону приёмки склада. После разгрузки происходит проверка на соответствие количественных и качественных характеристик товара. Главной задачей на этом этапе является выявить: повреждения, недостачу, несоответствие уровню качества или некомплектность товаров. В случае выявления недостатков, работники, ответственные за операцию приёмки товаров, должны документально оформить этот факт. Порядок приёмки товара на склад регламентируется должностной инструкцией работников отдела приёмки и нормативными актами.

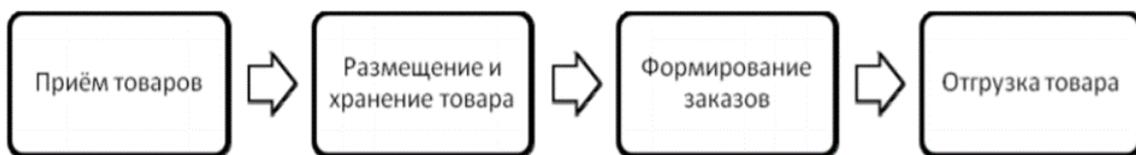


Рисунок 1 – Последовательность процессов в складской логистике

Процесс принятия решения в системе проектирования и организации складского хозяйства состоит из трех основных частей. На первом этапе необходимо определить цели организации складского хозяйства, проанализировать параметры грузопотока и складских операций, определить критерии эффективного функционирования. Анализ альтернативных вариантов всех необходимых составляющих должен осуществляться в определенной последовательности. Выбор оптимального варианта системы в целом производится с учетом технико-экономической оценки каждого из них. Процесс декомпозиции производится на основе выделения основных подпроцессов на базе основного бизнес-процесса. В приведённом примере произведена декомпозиция бизнес-процесса «Управление складской деятельностью», выделены четыре подпроцесса: приёмка товаров; размещение и грузопереработка; формирование заказов; отгрузка, схема представлена на рисунке 2.

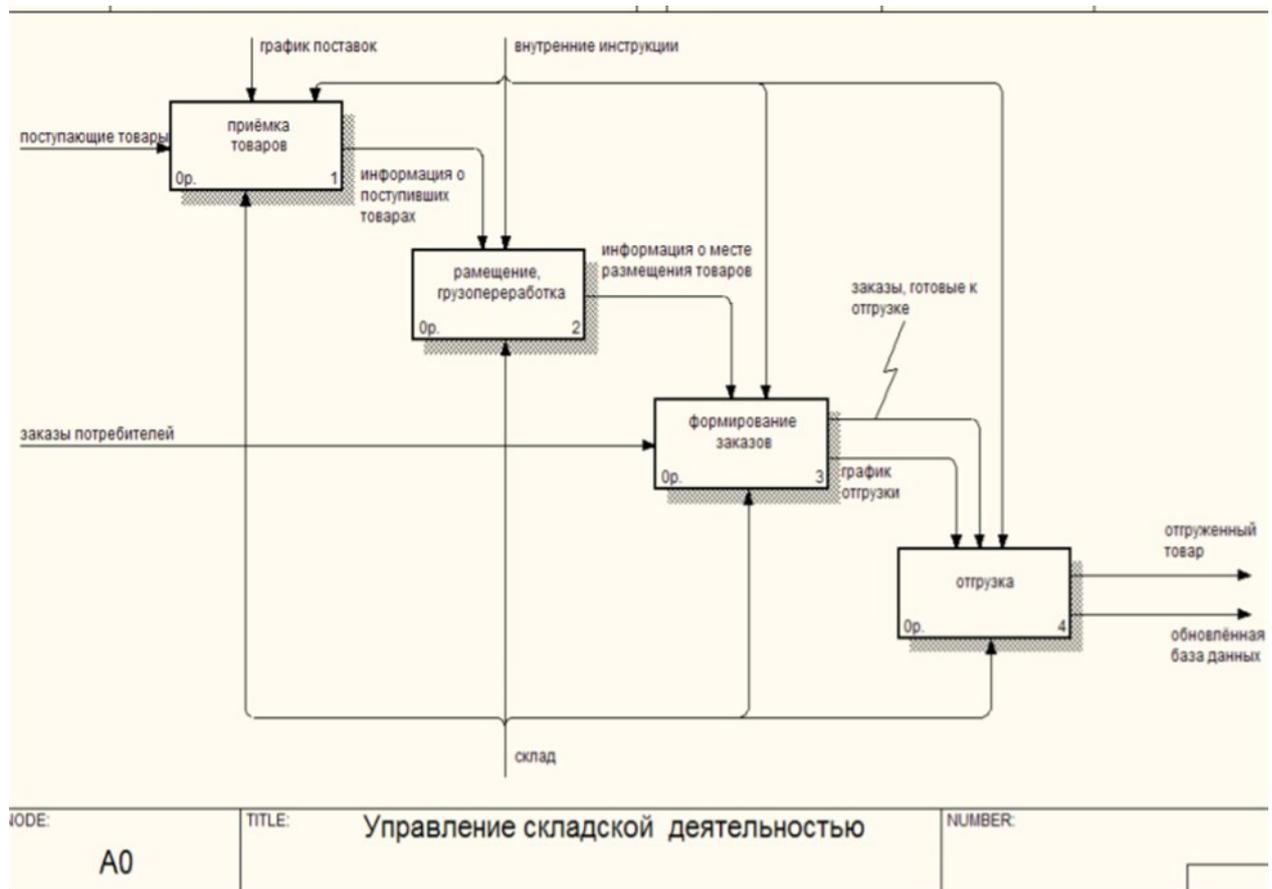


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции бизнес – процесса «Управление складской деятельностью»

Анализ бизнес-процесса складской логистики. Логистические отделы и их сотрудники компании на регулярной основе занимаются документооборотом, расчетами маршрутов, построением логистических схем движения транспортных средств, регулируют утечки товаров и грузов, контролируют соответствие данных накладной или заявки при отправке и приемке. Создание заявки по транспортной логистике оформляется специальным приказом со стороны заказчика. Процесс складской логистики функционирует на всех стадиях движения материального потока, начиная от источника сырья и заканчивая конечным потребителем готовой товарной продукции.

Документооборот логистических операций составляется сотрудником в программе Excel, все данные вносятся вручную по поступлению и расчёту необходимых данных.

На рисунке 3 представлен алгоритм документооборота, который построен на основе анализа предметной области. Построенный алгоритм документооборота включает процессы получения заявки и регистрации накладной по входящим товарам. Документооборот складской логистики начинается с поступления запроса на заявку со стороны заказчика, далее происходит процесс создания заявки, сбора материальных ценностей и их расчет, и создание товара. Далее созданная заявка отправляется на утверждение. Если заявка не была утверждена, то процесс создания заявки происходит заново. Если заявка была утверждена, то происходит ручное заполнение данных поступившего товара и данных транспортировки, и, после этого, создается накладная. Последним этапом является отправка и утверждение накладной. Если накладная не была утверждена, то процесс ручного заполнения данных поступившего товара и данных транспортировки переходит в процесс редактирования и, накладная создается заново. Если накладная была утверждена, то накладная отправляется заказчику и товар транспортируется на склад.

Необходимость разработки программного средства связана с ростом численности сотрудников в два раза за два года, в том числе и офис-менеджеров, которые работают в разных офисах, что создает трудности организации процесса учета заявок от сотрудников организации на приобретение или получение со склада материальных ценностей. Рост численности сотрудников связан с тем, что большое количество заявок обрабатывается вручную, существует риск совершения ошибок при заполнении накладной, что ведет к большим материальным и временным затратам по документообороту.

В результате внедрения такого программного продукта планируется снизить трудоемкость операций, связанных с учетом материальных ценностей на складе, ведение отчетности по закупкам и отправкам товара становится централизованным и прозрачным, а также сократить задействование сотрудников для заполнения заявок, что уменьшит процент ошибок при формировании накладной по сбору и отгрузке товара.

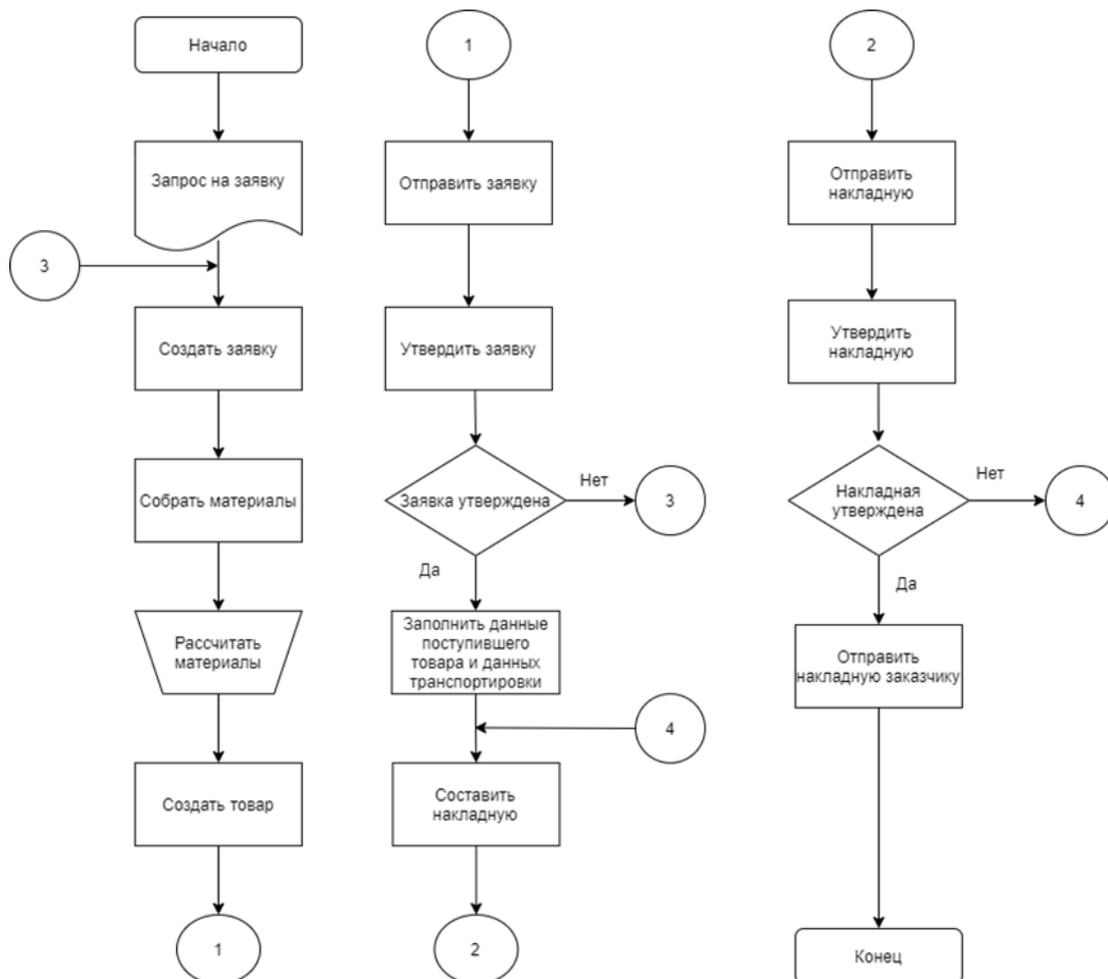


Рисунок 3 – Алгоритм документооборота по реализации товара на склад

На рисунке 4 представлен алгоритм документооборота после внедрения программного средства, а именно: получены заявки и регистрации накладной по входящим товарам. Процесс документооборота складской логистики начинается с поступления запроса на заявку со стороны заказчика, далее происходит процесс создания заявки, сбора материальных ценностей и их расчет происходит автоматизировано, с помощью готовых записей в базе данных и программных функций. Создание товара также происходит при поддержке базы данных программного средства. Далее созданной заявке выставляется необходимый статус и ее просмотр, и утверждение происходит в режиме реального времени через веб-приложение. В случае, если заявка не была утверждена, выставляется необходимый статус по документу и процесс создания заявки происходит заново. В случае, если заявка была утверждена, происходит автоматическое заполнение данных поступившего товара и данных транспортировки из базы данных, и, после этого, система автоматически генерирует накладную в формат Excel. Последним этапом является просмотр и утверждение накладной в режиме реального времени через веб-приложение. В случае, если накладная не была утверждена, данные поступившего товара и данные транспортировки редактируются в веб-приложении и накладную необходимо регенерировать. В случае, если накладная была утверждена, она отправляется заказчику, либо он самостоятельно ее выгружает, и товар транспортируется на склад.

Данный программный продукт был разработан на языке программирования C#. Разрабатываемое программное средство оснащено интуитивно понятным и удобным интерфейсом, что облегчает и ускоряет работу с данным программным продуктом. Программное средство было протестировано с использованием методов «белого» и «черного» ящиков и разработанных на каждый пункт спецификации тестов. Разработка компонентов велась с использованием CASE-средств BPWin (для определения спецификаций требований) и ErWin (для получения схем данных).

Разработанное программное средство позволяет выполнять следующий функционал:

- формировать заявки на закупку материальных ценностей, необходимых для работы;
- отслеживать статус заявок и утверждать их;
- регистрировать товар, пришедший на склад;
- регистрировать отпуск товара со склада;
- создавать отчеты по заявкам и отпущенному товару.

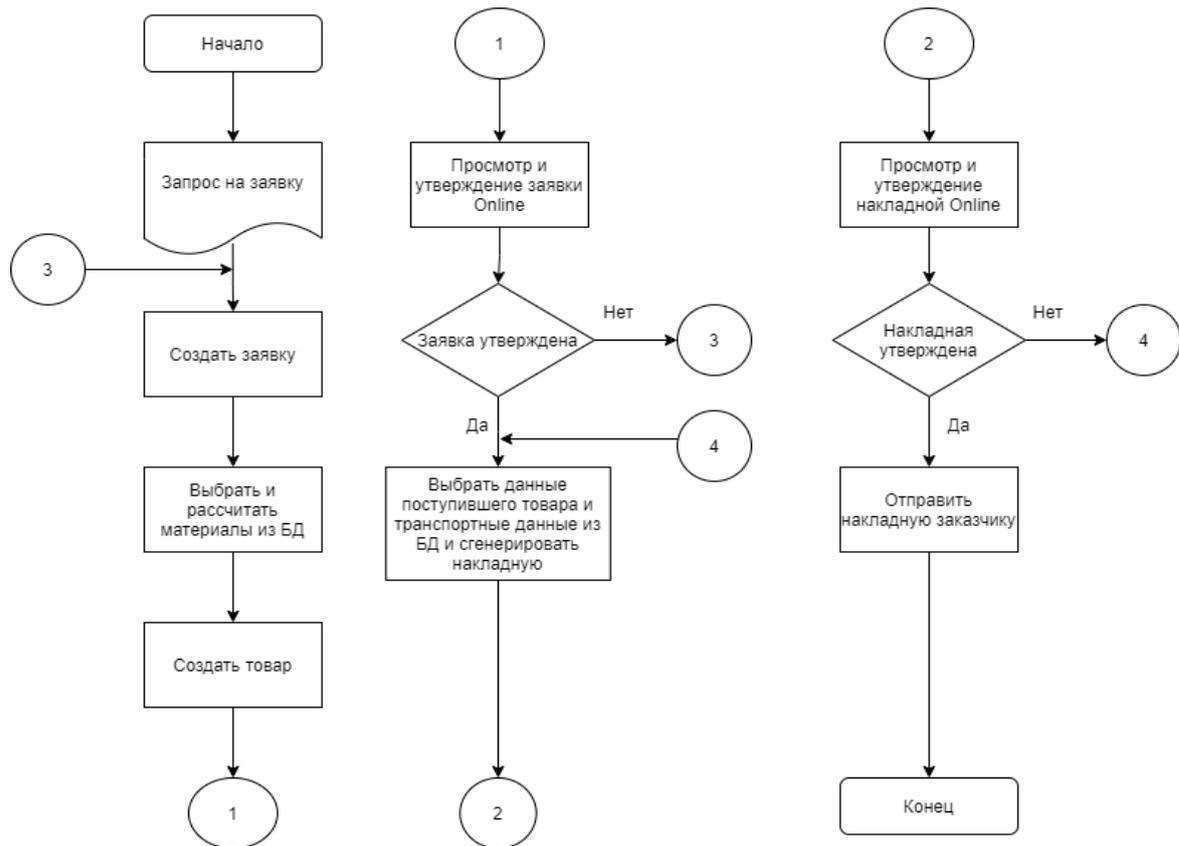


Рисунок 4 – Алгоритм документооборота по реализации товара на склад с помощью веб-приложения

Заключение. Программное средство предназначено для автоматизации деятельности документооборота складской логистики со стороны сотрудников отдела обслуживания, в частности менеджера по закупкам и офис-менеджеров.

Использование разработанного программно-алгоритмического обеспечения позволяет уменьшить трудоемкость выполнения процесса учета материальных ценностей на складе предприятия, повысить производительность процесса документооборота, уменьшить долю ручного труда и процент ошибок при обработке документации.

Список использованных источников:

1. Афанасьева, Н.В. *Логистические системы и российские реформы* / Н.В. Афанасьева. - М.: Финансы и статистика, 2009. -147 с.
2. *Логистика промышленного предприятия : учебное пособие* / П. П. Крылатков, Е. Ю. Кузнецова, Г. Г. Кожушко, Т. А. Минеева. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016 — 176 с.

UDC 004.42+330.4

SOFTWARE AND ALGORITHMIC SUPPORT OF BUSINESS PROCESS AUTOMATION OF WAREHOUSE LOGISTICS AT THE ENTERPRISE

Loiko M.A., Butsaev V.I.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Skudnyakov Yu.A. – PhD in Technical Sciences, associate professor

Annotation. The paper studies the problems of automating the business process of warehouse logistics at the enterprise. Based on the performed research, algorithmic and software have been developed for practical application. The article considers a set of issues related to solving the problem of computerization of warehouse logistics business processes in an enterprise.

Keywords. Software and algorithmic support, automation, business process, warehouse logistics.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Лукша Б.Н., студент гр. 981063, Лаптёнок Н.В., студент гр. 981063

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

Савенко А.Г. – магистр техн. наук

Аннотация. В работе представлен обзор современного состояния технологий искусственного интеллекта, которые используются в поисковых системах для ранжирования результатов поиска, обработки естественного языка в поисковых запросах, голосового поиска и поиска по изображению. Представлены результаты исследований, доказывающих эффективность и перспективность использования искусственного интеллекта в поисковых системах.

Ключевые слова. Поисковые алгоритмы, поисковый запрос, релевантность, машинное обучение, поисковые системы, искусственный интеллект, голосовой поиск, поиск по изображению, ранжирование результатов запроса.

Введение. Современные поисковые системы в значительной степени полагаются на искусственный интеллект для работы, и знание того, как работает искусственный интеллект в поиске, может помочь лучше ранжировать веб-сайты. Искусственный интеллект в поиске отвечает практически за все: от того, какие результаты поиска вы видите, до того, какие связанные темы будут предложены для дополнительно изучения. Сегодня современная поисковая система не может функционировать без сложного искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект – это общий термин, описывающий ряд интеллектуальных технологий, способных учиться и совершенствоваться самостоятельно, творчески подходить к решению задач [1]. Можно выделить следующие современные технологии, использующие искусственный интеллект: машинное обучение; глубокое обучение; нейронные сети; голосовой поиск; компьютерное зрение; распознавание изображений; генерация естественного языка (NLG); обработка естественного языка (NLP) и др. Все эти технологии считаются искусственным интеллектом, хотя и предназначены для достижения разных результатов и находятся на разных уровнях зрелости. Но, тем не менее, все эти технологии объединяет то, что машины с искусственным интеллектом способны обучаться и совершенствоваться без постоянного вмешательства человека. Как только эти машины будут обучены людьми, они смогут работать автономно и продолжать обучаться на своих результатах, со временем становясь все лучше и лучше. Это обусловлено тем в том числе тем, что технологии искусственного интеллекта находят закономерности в данных, а затем используют эти закономерности для дальнейшего прогнозирования. Применительно к поисковым системам такие прогнозы могут включать в себя:

- какой продукт пользователь захочет купить в следующий раз;
- какой контент пользователь хочет получить далее;
- что пользователь пытается написать, и какой язык, скорее всего, будет следующим;
- что пользователь пытается сказать, и каков наиболее вероятный правильный ответ.

Когда системы с искусственным интеллектом делают прогнозы, они учатся на этих прогнозах, чтобы со временем становиться еще более «умнее». Пример такого применения искусственного интеллекта – функция Smart Compose в Gmail. Уже несколько лет назад Gmail мог предугадывать простые фразы и слова, которые пользователь собирался ввести следующими. Сегодня искусственный интеллект Smart Compose так хорошо изучил миллиарды электронных писем, что теперь может закончить за вас целые предложения. Более того, тот же тип технологии искусственного интеллекта сейчас настолько развит, что уже может писать целые статьи самостоятельно [2].

Такая способность к обучению делает искусственный интеллект более мощным, чем традиционное программное обеспечение, существовавшее до него. Именно поэтому искусственный интеллект является основополагающим для любой поисковой системы, используемой сегодня.

Сегодняшний поиск слишком сложен для людей или традиционных машин. По результатам исследования установлено, что только Google обрабатывает колоссальные 63 000 поисковых запросов каждую секунду, или более двух триллионов поисковых запросов в год [3].

Даже самая большая команда людей не смогла бы эффективно обработать такой объем поиска. И традиционное программное обеспечение, которое не может находить закономерности в данных и делать прогнозы, также не справляется с этой задачей.

Без искусственного интеллекта предоставлять точные результаты поиска в режиме реального времени с такой скоростью и масштабом, как в сети Интернет крайне трудная задача. Именно

поэтому сегодня искусственный интеллект может быть применим практически в каждой части поисковой системы, при решении таких задач, как:

- индексация страниц, опубликованных в Интернете, и понимание их содержания;
- интерпретация поисковых запросов путем понимания человеческого языка;
- сопоставление запросов с наиболее точными и качественными результатами;
- оценка и переоценка качества контента для постоянного улучшения результатов поиска.

Фактически, результат поиска в таких системах является прямым результатом решений, принятых искусственным интеллектом. Для лучшего понимания аспектов применения искусственного интеллекта в поисковых системах рассмотрим решаемые для этого задачи.

Поисковые рейтинги. Поисковые системы чаще всего используют искусственный интеллект для ранжирования веб-страниц, видео и другого контента в результатах поиска.

Google (и другие поисковые системы также) полагаются на сложный искусственный интеллект, чтобы определить, как контент будет ранжироваться. Алгоритмы, используемые этими системами искусственного интеллекта, имеют множество правил, определяющих приоритетность различных факторов, от типов ключевых слов в вашем контенте до пользовательского опыта вашего сайта.

Вместе эти факторы помогают искусственному интеллекту поисковой системы определять, какие страницы показывать в ответ на ваш поисковый запрос.

В то время как Google дает указания о том, что важно для его алгоритмов, никто за пределами компании не имеет полного представления о том, как эти алгоритмы принимают решения [4].

На самом деле большая часть современного поискового маркетинга сосредоточена на том, чтобы узнать как можно больше о том, как работает этот искусственный интеллект, чтобы компании могли ранжировать контент в результатах поиска.

Понимание поисковых запросов. Современные поисковые системы должны понимать естественный человеческий язык, чтобы находить пользователям нужную им информацию. Другими словами, чтобы предоставить вам правильный контент, поисковые системы должны понимать, что вы спрашиваете в первую очередь. Для этого используются модули по обработке естественного языка (NLP) – области искусственного интеллекта, посвященной обучению компьютеров понимать нашу письменную речь. И Google, и Microsoft используют NLP, чтобы понимать своих пользователей. Исследование Вашингтонского университета рассмотрело Яндекс, четвертую по величине поисковую систему в мире, и отметило, что у нее также есть некоторые передовые приложения NLP и машинного обучения [5].

Разработчики Яндекса обнаружили, что могут взять все предыдущие поисковые запросы своих пользователей и использовать их для оптимизации будущих поисков. Создав эти персонализированные результаты поиска, они увеличили рейтинг кликов примерно на 10% [6].

Search Engine Journal также указывает, что поиск Google использует некоторые из тех же практик, оптимизируя результаты поисковой системы на основе недавних предыдущих запросов и позволяя пользователям выполнять поиск только по фотографии (для этого уже используется другая область искусственного интеллекта). Сегодня Google продвинулся в понимании поисковых запросов на несколько гигантских скачков вперед. Используя предварительно обученную языковую модель BERT, поисковая система компании теперь понимает полные предложения. Это позволяет предположить, что BERT может понимать контекст поиска, а не только ключевые слова в нем [6].

Пример одной из схем обработки запроса на естественном языке представлен на рисунке 1.

Контроль качества. Ранее некоторым специалистами по SEO удавалось обманывать поисковые системы с помощью сомнительных приемов, которые известны как «черные методы SEO». К ним относятся агрессивное наполнение ключевыми словами, маскировка, невидимый текст и так далее. Независимо от метода, у них была одна цель: обыграть каждую страницу результатов поисковой системы (SERP). Безусловно, это наносило ущерб поисковым системам, потому что страницы, которые были в верхней части их результатов, необязательно были с контентом самого высокого качества.

В настоящее время компании обновили свои алгоритмы и используют искусственный интеллект для отделения высококачественного контента от низкокачественного спама. Каждое из этих «изменений алгоритма» потенциально оказывает огромное влияние на то, как компании ранжируют свой контент и страницы в поиске [6].

Голосовой поиск и поиск по изображению. Голосовой поиск и поиск изображений – это новые возможности поиска, которые стали возможными также благодаря искусственному интеллекту. Технологии искусственного интеллекта, такие как NLP, стали настолько продвинутыми, что они действительно могут понимать человеческие голоса в режиме реального времени, например, при использовании Google Assistant. Эти системы на базе искусственного интеллекта могут понимать человеческую речь, а затем переводить их в результаты поиска [7].

Технологии искусственного интеллекта для распознавания изображений, могут определять, что изображено на изображении, а затем формулировать поисковый запрос и предоставлять релевантные результаты поиска по этому изображению.

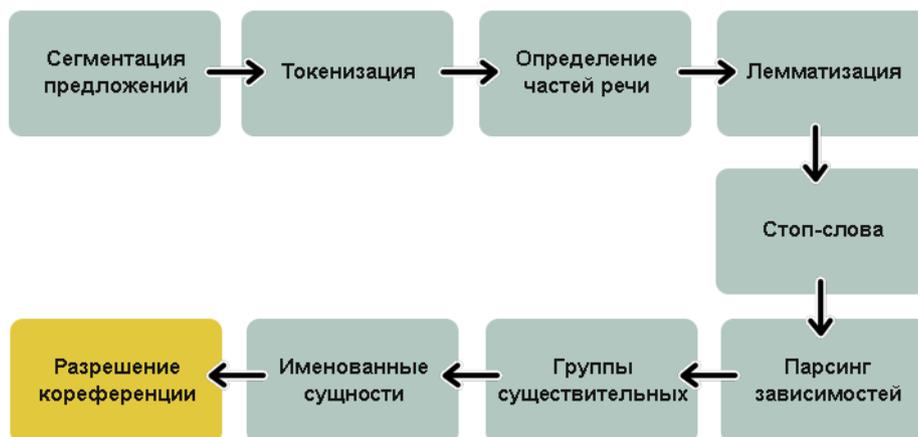


Рисунок 1 – Пример схемы обработки запроса на естественном языке

Заключение. Искусственный интеллект меняет оптимизацию поисковых систем, поскольку он позволяет одновременно анализировать и интерпретировать собираемые поисковыми системами данные для предоставления пользователям более качественных результатов.

Если компании хотят извлечь выгоду из этой «революции искусственного интеллекта», им необходимо работать над улучшением того, как они предоставляют контент своим пользователям. С точки зрения маркетинга, чем больше пользователи смогут удовлетворить свои потребности, тем больше поискового трафика будет приходиться на сайты поисковых систем.

Список использованных источников:

- 1 Whitby, B. *Artificial Intelligence: A Beginner's Guide* / B. Whitby. – London : Oneworld Publications, 2008. – 192 p.
- 2 Создание умного сочинение в стиле Gmail с помощью языковой модели char ngram [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/gmail-style-smart-compose-using-char-n-gram-language-models-a73c09550447>. Дата доступа: 05.04.2022.
- 3 25 Google Search Statistics to Bookmark ASAP [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.hubspot.com/marketing/google-search-statistics>. Дата доступа 05.04.2022.
- 4 Zhang L. *Sentiment Analysis and Opinion Mining* / L. Zhang, B. Liu. – Boston : Springer, 2017. – 905 p. DOI: 10.1007/978-1-4899-7687-1_907.
- 5 Search Personalization Using Machine Learning [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://faculty.washington.edu/hemay/search_personalization.pdf. Дата доступа 05.04.2022.
- 6 Marketing Artificial Intelligence Institute [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.marketingaiinstitute.com/blog/how-search-engines-use-artificial-intelligence>. Дата доступа 05.04.2022.
- 7 Google Mobile Blog. Voice Search arrives in 13 new languages [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.google/products/search/voice-search-arrives-in-13-new-languages>. Дата доступа 05.04.2022.

UDC 004.8

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SEARCH ENGINES: A REVIEW OF THE CURRENT STATE OF TECHNOLOGY

Luksha B.N., Laptенок N.V.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Savenko A.G. – Senior Lecturer, Master of Engineering Sciences

Annotation. The paper presents an overview of the current state of artificial intelligence technologies that are used in search engines for ranking search results, natural language processing in search queries, voice search and image search. The results of studies proving the effectiveness and prospects of using artificial intelligence in search engines are presented.

Keywords. Search algorithms, search query, relevance, machine learning, search engines, artificial intelligence, voice search, search by image, ranking of query results.

УДК 004.42+004.91+65.011.56+378.14

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА КАФЕДРЕ УНИВЕРСИТЕТА

*Мазур А.Г., студент группы 881073,
Савенко А.Г., старший преподаватель кафедры ИСиТ*

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

Савенко А.Г. – магистр техн. наук

Аннотация. В работе представлено веб-приложение для автоматизации организации и сопровождения дипломного проектирования на кафедре ИСиТ ИИТ БГУИР. Приложение позволяет пользователям улучшить взаимодействие друг с другом, автоматизировать процесс утверждения тем дипломных проектов, ведения соответствующей отчетности всех этапов дипломного проектирования. Веб-приложение предназначено для использования студентами, руководителями дипломного проектирования, консультантами от кафедры и ответственными за дипломное проектирование.

Ключевые слова. Автоматизация процессов, дипломное проектирование, преддипломная практика, организация дипломного проектирования, электронный журнал, создание отчетов.

Введение. Автоматизация процессов на сегодняшний день является одной из концепций управления теми или иными действиями, отличительная черта которой – использование информационных технологий. Автоматизация предусматривает широкое применение ЭВМ и программного обеспечения и обеспечивает управление информацией, ресурсами и действиями с минимальным участием человека в данных процедурах либо без такового в принципе. Главная задача, которая ставилась в данной работе – разработка программного средства для автоматизации процесса дипломного проектирования (ДП) на кафедре информационных систем и технологий Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Представленное в работе программное средство автоматизации дипломного проектирования предназначено для упрощения организации и проведения процесса преддипломной практики и дипломного проектирования для руководителей дипломных проектов и студентов. Оно должно позволить улучшить коммуникации участников процесса, автоматизировать процесс утверждения тем дипломных проектов, ведения соответствующей отчетности всех этапов дипломного проектирования.

Веб-приложение решает следующие задачи:

- обеспечение защиты данных пользователей за счет систем аутентификации и авторизации;
- разграничение прав доступа к определенным функциям и подсистемам (модулям);
- управление данными пользователя;
- автоматическое создание отчетной документации;
- взаимодействие студентов и руководителей;
- уведомление пользователей;
- создание и подтверждение заявок на руководство ДП;
- ведение электронного журнала контрольных точек выполнения ДП;
- назначение консультантов от кафедры для внешних руководителей и др.

Основная часть. Приложение имеет четыре уровня доступа: ответственный за ДП (администратор), руководитель дипломного проекта, консультант от кафедры и студент-дипломник.

Штатные сотрудники кафедры импортируются в базу данных руководителей с указанием количества дипломных проектов, руководить которыми они могут в течение учебного года. Список студентов выпускного курса, также импортируется в базу данных студентов. В роли студента в приложении могут зарегистрироваться только пользователи, которые числятся в базе данных выпускного курса (для избегания преднамеренных или непреднамеренных ошибок). После регистрации (введения дополнительных контактных данных: электронной почты, телефона для связи и пароля для доступа в приложение) студент обозначает свое место прохождения преддипломной практики (согласно заключенного договора), предпочитаемую тему дипломного проекта и предполагаемого руководителя из числа штатных сотрудников или внешних руководителей. Экранная форма запроса студента представлена на рисунке 1. При выборе штатного сотрудника кафедры в его личном кабинете, а также на его электронную почту приходит заявка на руководство дипломным проектом данного студента. Преподаватель должен либо отклонить заявку, либо подтвердить, с возможностью изменения темы ДП (в обоих случаях студент получает уведомления). Штатные сотрудники кафедры автоматически назначаются консультантами от кафедры и также осуществляют защиту отчета по преддипломной практике. При выборе студентом внешнего руководителя ему приходит уведомление о наличии заявки от студента на указанную студентом электронную почту. По

ссылке в уведомлении внешний руководитель должен зарегистрироваться в приложении, указав необходимую информацию. После чего внешний руководитель либо принимает заявку, либо отклоняет. В случае, если он принимает заявку на руководство дипломным проектированием – он ожидает одобрения от ответственного за ДП (после процедуры верификации данных). Также для студентов, чьи руководители являются внешними ответственный за ДП назначает консультантов от кафедры (возможно автоматическое назначение для всех студентов внешнего руководителя одного определенного штатного сотрудника кафедры для удобства коммуникации руководителя и консультанта). Максимальное количество дипломных проектов под руководством внешних руководителей также ограничено определенным значением, задаваемым ответственным за ДП. После принятия и возможного редактирования заявки можно автоматически сгенерировать заявление на тему дипломного проекта и руководителя. Экранная форма формирования заявления представлена на рисунке 2.

Рисунок 1 – Пример создания запроса студентом на руководство дипломным проектом

Рисунок 2 – Пример генерирования заявления на тему дипломного проекта и руководителя

При входе в личный кабинет ответственного за ДП отображаются следующие вкладки:

- Вкладка «Заявки на регистрацию» предназначена для подтверждения регистрации внешних руководителей. После подтверждения регистрации внешнему руководителю на указанную почту отправляется подтверждение регистрации. В заявке отображается вся информация о руководителе. Имеется возможность редактирования данных в заявке.

- Вкладка «База штатных руководителей» предназначена для внесения и редактирования информации по руководителям, являющимся сотрудниками кафедр университета.

- Вкладка «База внешних руководителей» предназначена для редактирования информации по внешним руководителям.

- Вкладка «База консультантов от кафедры» предназначена для внесения и редактирования информации по консультантам от кафедры.

- Вкладка «База студентов» предназначена для внесения и редактирования информации по студентам выпускного курса.

— Вкладка «Журнал контрольных точек выполнения дипломного проектирования» содержит информацию о выполнении ДП всеми студентами и результаты их оценки руководителями с возможностью их редактирования. Структура информации журнала контрольных точек выполнения ДП представлена на рисунке 3.

— Вкладка «Отчёты и приказы» предназначена для формирования отчётов о начале и конце преддипломной практики и проектов приказов по соответствующим формам и содержит кнопки: «Отчёт о начале практики вечерней формы получения образования (ВФО)», «Отчёт о начале практики заочной формы получения образования (ЗФО)», «Отчёт об окончании практики ВФО», «Отчёт об окончании практики ЗФО» – то же самое, только для студентов ЗФО, «Приказ о ПДП ВФО», «Приказ о ПДП ЗФО», «Приказ о ПДП ЗФО».

— Вкладка «Объявления» предназначена для создания, редактирования и удаления объявлений от ответственного за ДП. Объявления могут содержать ссылки, файлы и т.д. Объявления отображаются в личных кабинетах студентов и руководителей. Также возможность создания своих объявлений имеют руководители ДП.

Первая контрольная точка	Вторая контрольная точка	Третья контрольная точка	Нормо-контроль	ТЭО	РК	Защита
Защита ПДП Оценка: -	Оценка: 70	Оценка: 90	Оценка: +	Оценка: -	Оценка: +	Дата:
Дата: 01.12.21	Дата: 20.01.21	Дата: 20.02.21	Дата: 20.01.20	Дата: 11.05.21	Дата: 11.04.21	

Рисунок 3 – Пример электронного журнала контрольных точек выполнения

Диаграмма вариантов использования [1] веб-приложения представлена на рисунке 4.

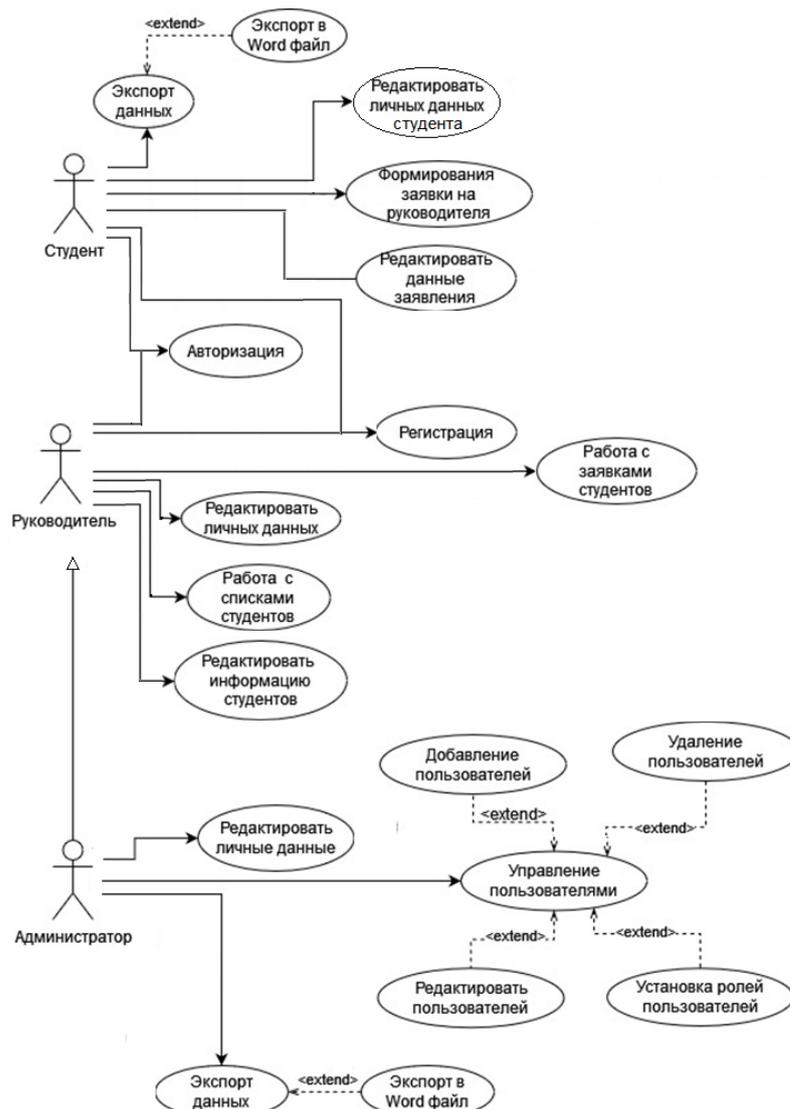


Рисунок 4 – Диаграмма вариантов использования веб-приложения

Архитектура разработанного приложения проиллюстрирована с помощью диаграммы компонентов, которая представлена на рисунке 5.

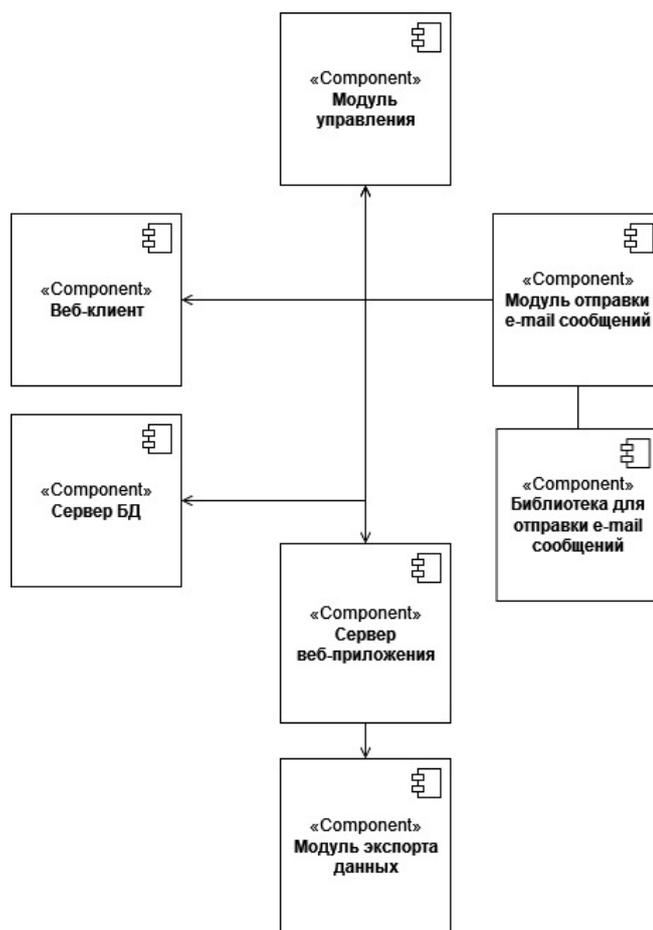


Рисунок 5 – Диаграмма компонентов приложения

Заключение. Разработанное веб-приложение позволит автоматизировать процесс организации и сопровождения процесса ДП как для ответственного за ДП, так и для руководителей ДП и студентов, а также максимально исключить ошибки «человеческого фактора» при назначении руководителей ДП и утверждении тем ДП. Помимо того, полностью автоматизируется процесс создания отчетной документации по преддипломной практике и ДП и ход ДП по контрольным точкам выполнения дипломного проекта.

Список использованных источников:

1 About the Unified Modeling Language Specification Version 2.5.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.omg.org/spec/UML/> Дата доступа: 01.04.2022.

UDC 004.42+004.91+65.011.56+378.14

AUTOMATION OF THE DIPLOMA DESIGN AT THE UNIVERSITY DEPARTMENT.

Mazur A.G., Savenko A.G.

Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Savenko A.G. – Senior Lecturer, Master of Engineering Sciences

Annotation. The paper presents a web application for automating the organization and maintenance of graduation design at the Department of ISIT IIT BSUIR. The web application allows users to improve interaction with each other, automate the process of approving themes of graduation projects, maintaining appropriate reporting of all stages of graduation design. The web application is intended for use by students, graduate project supervisors, consultants from the department and those responsible for graduate design.

Keywords. Process automation, diploma design, undergraduate practice, organization of diploma design, electronic journal, report generation.

УДК 004.771

СИСТЕМА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32

*Маринович Д.А.¹, учащийся НДТ,
Андрейчук А.О.², преподаватель дисциплин специального цикла,
Сицко В.А.³, старший преподаватель кафедры ИСиТ*

*Учреждение образования «Национальный детский технопарк»¹,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
филиал Минский радиотехнический колледж²,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий³,
г. Минск, Республика Беларусь*

Сицко В.А. – магистр техн. наук

Аннотация. В статье рассмотрены особенности протокола обмена сообщениями MQTT. Разработаны основные функции управления микроконтроллером ESP32. Предложена модель системы удаленного управления устройствами на базе микроконтроллера ESP32 с разработкой клиентской и серверной части веб-приложения.

Ключевые слова. Программирование микроконтроллеров, протокол MQTT, микроконтроллер ESP32

Введение. В современном мире технологии продвинулись до такого уровня, что можно управлять различными системами удаленно. Все больше людей нуждается в управлении устройствами без привязки к определенному месту. Довольно часто приходится готовить презентации и выставлять их на всеобщее обозрение. В связи с этим возникает проблема, связанная с возможностью управления сменой слайдов на экране удаленно. Существует аппаратное решение этого вопроса - физические пульты для управления презентацией, но постоянно их с собой носить не всегда есть возможность. Проектное решение позволит решить данную проблему путем программной организации передачи функций пульта мобильному устройству.

На данный момент существует два типа программ для управления презентацией: с мобильным приложением и с веб-управлением. Однако, у них есть весомые недостатки. Один из главных – цена этих мобильных приложений. Большинство качественных решений на мобильных устройствах за использование полного функционала требует купить платную версию. Вторым недостатком является тип выбранного подключения: Bluetooth и WiFi модем. Дальность распространения сигнала не превышает 10 метров, что может являться проблемой в больших аудиториях. Третий – IP-адрес. Подавляющее большинство решений использует именно его для соединения между устройствами, что снижает уровень безопасности данных на устройствах. Примерами таких программ являются: Remote Control Presentation, i-Clickr PowerPoint Remote, Clicer, Remote for PowerPoint Keynote.

В рамках проекта была поставлена задача разработать приложение для мобильных и компьютерных систем для управления устройствами через интернет на расстоянии. Кроме того, предлагаемое проектное решение позволит упростить и распространить эту технологию на большую аудиторию.

Основная часть. Для реализации предлагаемой системы удаленного управления устройствами были применены следующие программные средства:

- среда визуальной разработки приложений для ОС Android «App Inventor»;
- текстовый редактор VS Code с возможностью подключения различных плагинов, что дает возможность работать с разными языками программирования для разработки любого IT-продукта;
- PlatformIO – платформа с открытым исходным кодом на языке Python, удобная для разработки проектов «интернета вещей» (IoT);
- язык программирования Python;
- MQTT (или Message Queue Telemetry Transport) – упрощенный сетевой протокол, работающий поверх TCP/IP, ориентированный на обмен сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик.

Основными особенностями протокола MQTT можно ответить: асинхронность, компактные сообщения, работа в условиях нестабильной связи на линии передачи данных, поддержка нескольких уровней качества обслуживания (QoS), легкая интеграция новых устройств. Вышеперечисленные достоинства позволяют применять его в системах M2M (Машинно-Машинное взаимодействие) и IIoT (Промышленный Интернет вещей).

Обмен сообщениями в протоколе MQTT осуществляется между клиентом (client), который может быть издателем или подписчиком (publisher/subscriber) сообщений, и брокером (broker) сообщений (например, Mosquitto MQTT). Издатель отправляет данные на MQTT брокер, указывая в сообщении определенную тему, топик (topic). Подписчики могут получать разные данные от

множества издателей в зависимости от подписки на соответствующие топики. Брокер можно создать на веб-ресурсах, на персональном компьютере, на микроконтроллере и т.п.

В проекте он реализован на удаленном сервере. В коде программы можно изменять время обмена данными. Следует учесть, что микроконтроллер отправляет данные каждые 2-3 секунды, так что, если будет потеря данных одной передачи, то сбоя не произойдет.

В качестве аппаратной платформы проекта была использована серия недорогих микроконтроллеров с низким энергопотреблением – ESP32, которые представляют собой систему на кристалле с интегрированным Wi-Fi и Bluetooth контроллерами.

Основное устройство, разработанное в рамках проекта, включает такие основные компоненты:

— Плата Espressif ESP32 Dev Module, которая имеет микроконтроллер ESP32, частоту 240МГц, флэш память 4МВ и RAM 320 КВ, а также встроенный модуль WiFi, она является лучшей из известной в arduino uno.

— цифровой датчик влажности и температуры DHT11, состоящий из термистора и емкостного датчика влажности. Датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры.

— Фоторезистор.

— DC-мотор (мотор постоянного тока). Электродвигатель работает только на постоянном токе от элементов питания.

— Светодиод – LED (диод, излучающий свет).

В программном коде для обработки показателей датчиков, фоторезистора, светодиода и DC-моторов используется библиотека "DHTesp.h".

Интерфейс вывода данных представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Интерфейс вывода выходных данных на смартфон

Из приложения со смартфона приходят данные об изменении режима светодиода, скорость работы вентиляторов, положении курсора на экране и уровня громкости. Например: изменение положения курсора вправо/ вниз/ влево/ вверх - "DPR/jXpI" / "DPR/jYpI" / "DPR/jXmn" / "DPR/jYmn"; нажатие левой кнопкой мыши - "DPR/sololeftclick"; двойное нажатие левой кнопкой мыши - "DPR/doubleclick"; минимальная/ максимальная громкость - "DPR/soundOff" / "DPR/soundOn"; увеличение/ уменьшение громкости - "DPR/soundPUp" / "DPR/soundDown"; режим светодиода – "DPR/light"; скорость DC моторов – "DPR/speed".

Устройство выводит информацию о режиме работы в приложение на смартфоне.

В телефон через протокол MQTT поступают следующие значения:

- Температура из раздела "DPR/temp";
- Влажность из топика " DPR/vlazh";
- Уровень освещенности из топика " DPR/svet";
- Скорость вращения вентилятора.

В программе для микроконтроллера реализованы такие пользовательские функции для управления микроконтроллером:

- scanWiFi() для поиска окружающих WiFi сетей;
- WiFi_Other_Connect() для подключения лучшей сети WiFi из заранее объявленных;
- WiFi_Connect() для подключения к сети указанной в качестве аргумента функции;

- `callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length)` для получения значений из топиков, на которые подписаны пользователи;
- `BrokerConnection()` для подключения к брокеру, используется после разрыва соединения;
- `setup()` основная функция для платы, в которой определяются начальные настройки;
- `loop()` функция для платы, в которой циклически выполняются действия;
- Для управления компьютером:
- `subscribe(client: mqtt_client)` подключение топиков для получения данных;
- `on_message(client, userdata, msg)` для получения значений из топиков;
- `run()` бесконечный цикл для непрерывной работы программы.

При проектировании устройства спроектирована и разработана схема подключения всех аппаратных компонент, которая представлена на рисунке 3.

Питание 3.3 вольта поступает на плату через usb кабель. Датчик температуры и влажности подключен через разъем (пин-коннектор) 14. Фоторезистор подключен на 36 разъем с широтно-импульсной модуляцией и подтянут через резистор к земле. Мотор подключен на 25 разъем с широтно-импульсной модуляцией. Светодиод подключен на разъем 33.

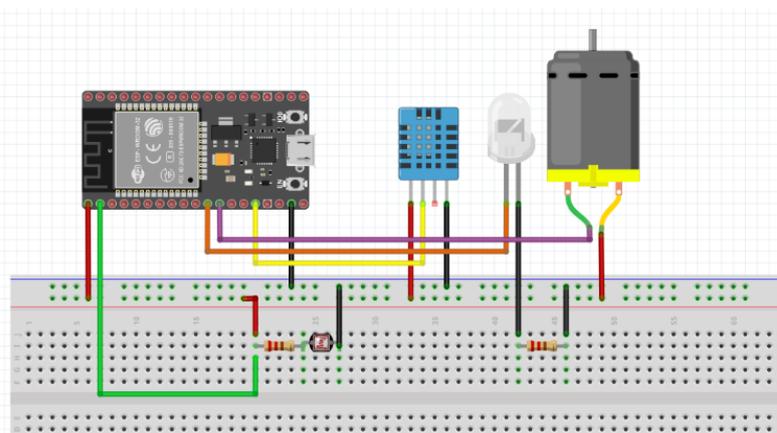


Рисунок 3 – Схема подключения устройств на монтажной плате

Заключение. Разработанная аппаратно-программная система предоставляет возможность удаленного управления различными устройствами, использовать, обрабатывать и передавать данные, расположенные в удаленном дата-центре, вне зависимости от местонахождения пользователя.

Список использованных источников:

1. Просто о протоколе MQTT в IIoT [Электронный ресурс]. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5e16ce1278125e00b1ea677e/prosto-o-protokole-mqtt-v-iiot-5e25713ee6e8ef00b2d8938e> Дата доступа: 08.04.22
2. Espressif ESP32 Dev Module [Электронный ресурс] – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.platformio.org/en/latest/boards/espressif32/esp32dev.html> Дата доступа: 08.04.22

UDC 004.771

REMOTE DEVICE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON THE ESP32 MICROCONTROLLER

Marinovich D.A.¹, Andreychuk A.O.², Sitsko U.A.³

*National Children's Technopark¹,
Affiliate «Minsk Radioengineering College» of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics²,
Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics³,
Minsk, Republic of Belarus*

Sitsko U.A. – Master of Engineering Sciences

Annotation. The article discusses the features of the MQTT messaging protocol. The main control functions of the ESP32 microcontroller have been developed. A model of a remote device management system based on the MSP 32 microcontroller with the development of the client and server parts of the web application is proposed.

Keywords. Programming of microcontrollers, MQTT protocol, ESP32 microcontroller

УДК 004.42+004.925

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ШЕЙДЕРОВ

Метелица Д.С., студент группы 881071,
Савенко А.Г., старший преподаватель кафедры ИСиТ

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

Савенко А.Г. – магистр техн. наук

Аннотация. В работе представлено программное средство для визуального программирования шейдеров, предназначенное для автоматизации процесса визуального описания шейдеров техническими художниками и программистами с целью ускорения процесса прототипирования. Использование данного средства техническими художниками позволит уменьшить взаимодействие художник – программист в процессе работы над проектом, т. к. программное средство не требует от пользователя знания программирования или иных специфических навыков. Итогом программирования шейдера станет экспорт в GLSL-код, совместимый с большим количеством игровых движков.

Ключевые слова. Программирование шейдеров, визуальное описание, GLSL-код

Введение. Развитие технологий ведёт не только к упрощению труда современного человека, но и к повышению качества сферы развлечений. Компьютерные игры и графика в кинематографе давно стали привлекательны не только для детей, но и для гораздо более широкой аудитории. Потребитель предъявляет все больше требований к качеству цифрового контента, уровню моделирования изображений, качеству детализации графических изображений. Современная IT-сфера давно вышла за пределы решения сугубо математических задач.

Шейдер – это программа, выполняющаяся на графическом процессоре видеокарты (GPU). На вход шейдера подаются входные данные, содержащие информацию о координатах вершин, полигонах, нормалях, освещении, цвете вершин, UV(текстурных координатах) и т.д. Задача шейдера принять эти данные, обработать, и подать на выход конечный результат [1].

Основная часть. Одним из основных понятий программирования шейдеров является 3D модель (рисунок 1). Оно включает в себя два основных пункта: вершина и текстура. Каждая вершина имеет свои координаты, а также нормаль. Вершины объединены в полигоны при помощи рёбер, а полигоны, в свою очередь, образуют полигональную сетку (mesh). Текстура – это простое изображение, которое расположено на модели в соответствии с UV-координатами.

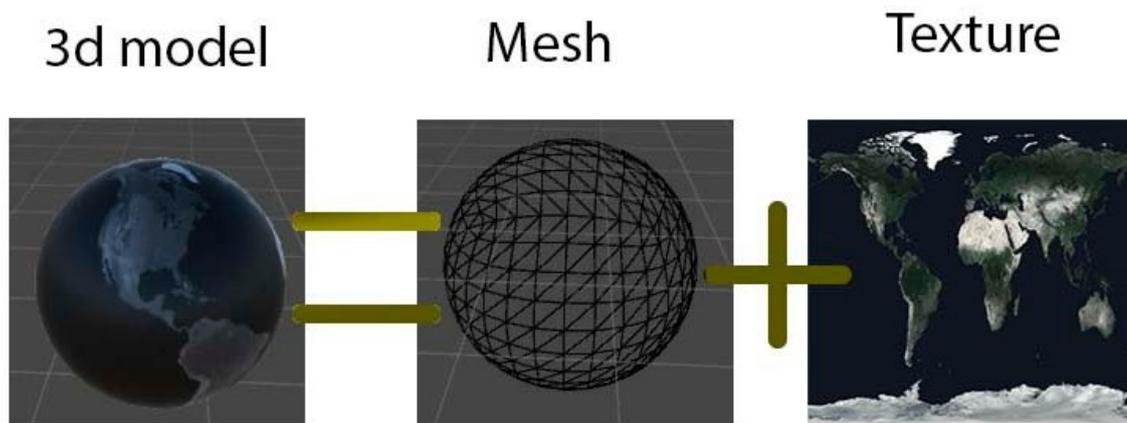


Рисунок 1 – 3D-модель

UV координаты – соответствие между координатами на поверхности трёхмерного объекта (X, Y, Z) и координатами на текстуре (U, V) (рисунок 2). Значения U и V обычно изменяются от 0 до 1. Т.е. у каждой вершины модели есть свои соответствующие координаты на текстуре.

Шейдер выполняется для каждой отдельной вершины/пикселя отдельно. При этом он имеет информацию только о той вершине/пикселе которую сейчас обрабатывает. Т.е. во время написания шейдера мы не знаем, какого цвета соседняя вершина/пиксель.

Различают пиксельный и вертексный шейдеры.

Вертексный шейдер – шейдер, обрабатывающий данные о вершине и затем передающий их в пиксельный шейдер. Какие данные шейдер передаст, может задать программист. Вертексный шейдер выполняется раньше, чем пиксельный, а затем, из него передаются данные в пиксельный шейдер.

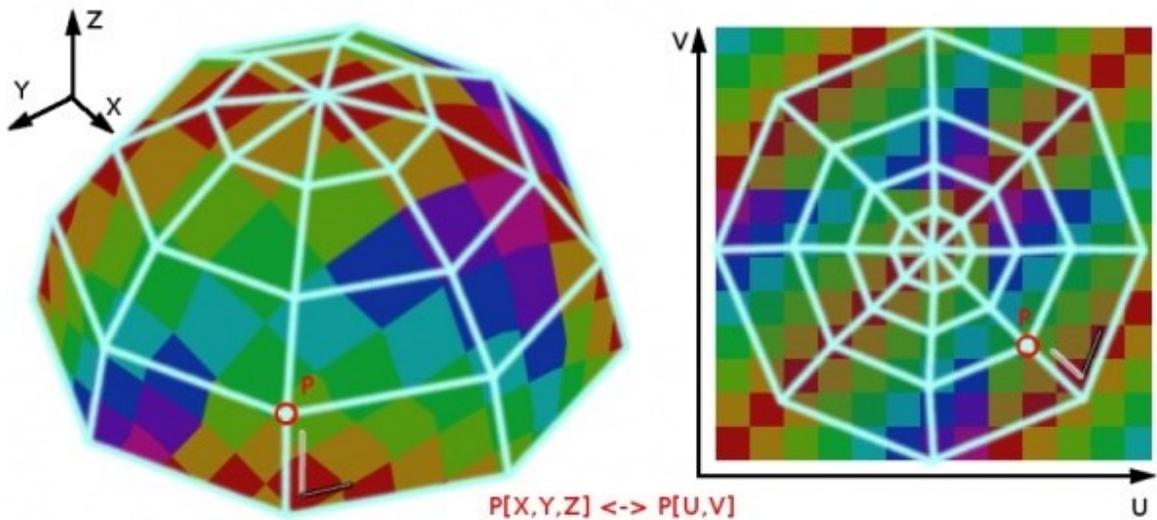


Рисунок 2 – Соответствие координат (x, y, z) и (u,v).

После передачи вертексным шейдером данных о вершине, эти данные интерполируются (сглаживаются) для каждого конкретного пикселя. Т.е. если пиксель стоит ровно между вершинами А (черная) и В (белая), цвет этого пикселя будет высчитан как средний от этих двух вершин (серый), и так для каждого параметра [2].

Пиксельный шейдер – шейдер, принимающий интерполированные данные от вертексного шейдера, и на их основе вычисляющий цвет для каждого отдельного пикселя [2].

Алгоритм работы шейдера:

- шаг1. Прием входных данных.
- шаг2. Обработка их на вертексном шейдере.
- шаг3. Интерполяция данных.
- шаг4. Передача данных пиксельному шейдеру.
- шаг5. Обработка данных на пиксельном шейдере.
- шаг6. Вывод конечного результата (изображения).

Помимо вышперечисленных, существуют еще два вида шейдеров: геометрические (работают с целыми примитивами модели) и поверхностные (surface – упрощенный вид шейдера в Unity 3D, в основном использующийся для работы с освещением).

На рисунках 3 и 4 показана упрощенная модель графического конвейера, которая условно делится на две части: обработка геометрии и обработка фрагментов (пикселей).

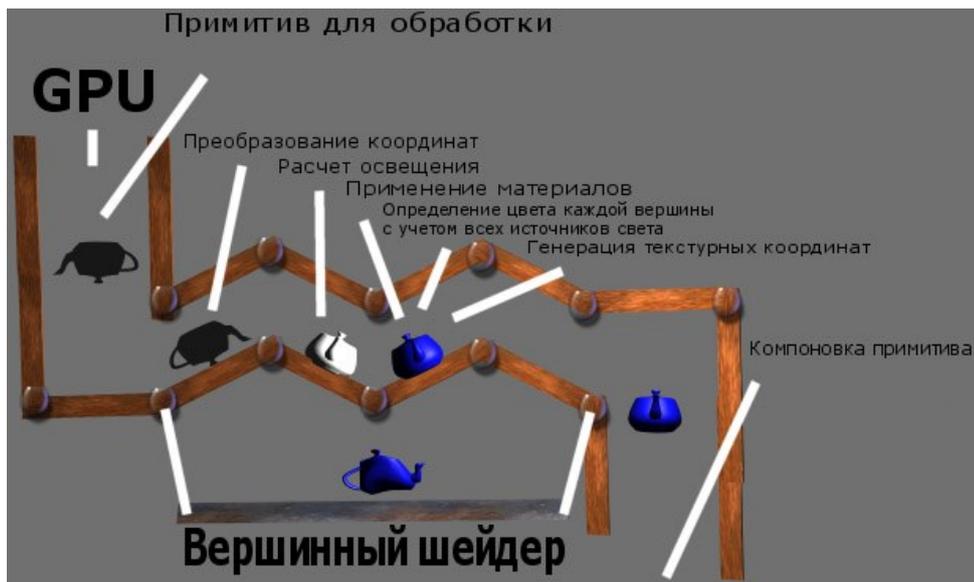


Рисунок 3 – Обработка геометрии (вершинный шейдер)

На первой стадии графического конвейера выполняется преобразование координат вершины, перевод вершины в пространство отсечения, расчет освещения, применение материалов, определение цвета каждой вершины с учетом всех источников света и генерация текстурных координат. После выполнения этих операций наступает компоновка примитива. В этой части конвейера вершины группируются в треугольники и подаются в растеризатор.

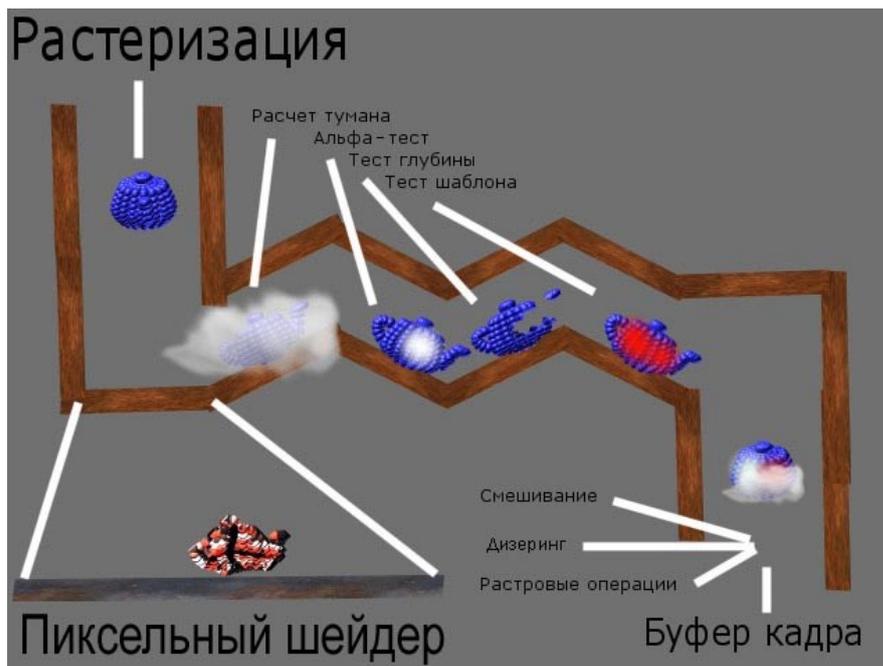


Рисунок 4 – Обработка фрагментов (пиксельный шейдер)

Растеризатор делит треугольник на фрагменты (пиксели), для которых интерполируются текстурные координаты и цвет. Затем для каждого фрагмента происходит выполнение следующих операций: проверка принадлежности пикселя, наложение текстур (заданные для фрагмента координаты текстуры определяют интерполированный цвет из элементов текстурного изображения – текстелей, значение этого цвета комбинируется с цветом фрагмента), применение эффектов тумана, альфа-тест, тест шаблона (stencil-test), тест глубины, смешивание, дизеринг и логические операции. После обработки всех этих методов полученный фрагмент помещается в буфер кадра, который впоследствии выводится на экран. [3]

Существуют такие языки программирования шейдеров:

- GLSL – высокоуровневый язык программирования для OpenGL;
- HLSL – высокоуровневый язык программирования для DirectX;
- CG – высокоуровневый язык программирования, в зависимости от ситуации компилируется под HLSL/GLSL. Используется в Unity.

Любой язык программирования, на котором пишутся шейдеры, является C-подобным, но в то же время более гибким в плане работы с переменными. Его основная задача: вычисления с плавающей запятой, матрицами и векторами. Максимальная эффективность и скорость работы шейдерной программы зависит от ряда условий, а именно:

- программа должна быть простой и короткой;
- чем меньше вычислений, тем быстрее будет работать;
- чем более линейная программа, тем быстрее будет работать шейдер;
- не приветствуется использование нелинейных операторов: циклов и условий.

Типы данных, используемые при построении программ шейдеров, делятся на категории:

- целочисленные и логические (bool, int, half), используются достаточно редко;
- с плавающей запятой (float, double);
- векторы (float2, float3, float4, double3, bool2 и т.п., или vector<float, 3>);
- матрицы (float2x2, float3x3, float4x4, double2x2, int4x3, или matrix<float, 2, 2> и т.п.);

В языке существует оператор «точка». Он позволяет работать с векторами и матрицами.

Все переменные, с которыми работает шейдерная программа, делятся на шесть видов:

- 1) входные параметры вертексного шейдера;
- 2) интерполированные входные параметры пиксельного шейдера;
- 3) текстурные сэмплеры;
- 4) переменные, которым GPU автоматически присваивает значение (встроенные переменные);
- 5) переменные переменные пользователя;
- 6) входные параметры, переданные из основной программы.

С учетом вышеизложенного было разработано программное средство для визуального программирования шейдеров, позволяющее уменьшить взаимодействие «художник – программист» в процессе работы над проектом, т. к. программное средство не требует от пользователя знания программирования или иных специфических навыков.

Разработка программного средства осуществлялась на языке C++.

В ходе разработки реализованы следующие модули:

- UI – отвечает за отрисовку, взаимодействие с интерфейсом пользователя и графом, строимым в процессе создания шейдера.
- Generator - генерирует GLSL код по полученному в ходе использования программы графу.
- Render – отрисовывает круг/квадрат с использованием базового или сгенерированного шейдера.
- Serialisation – сохраняет описание графа в файл, считывает из файла описание графа и создает необходимые объекты на основе этого описания.
- Utils – набор утилитных методов и структур.

Схема взаимодействия модулей программного средства представлена на рисунке 5.

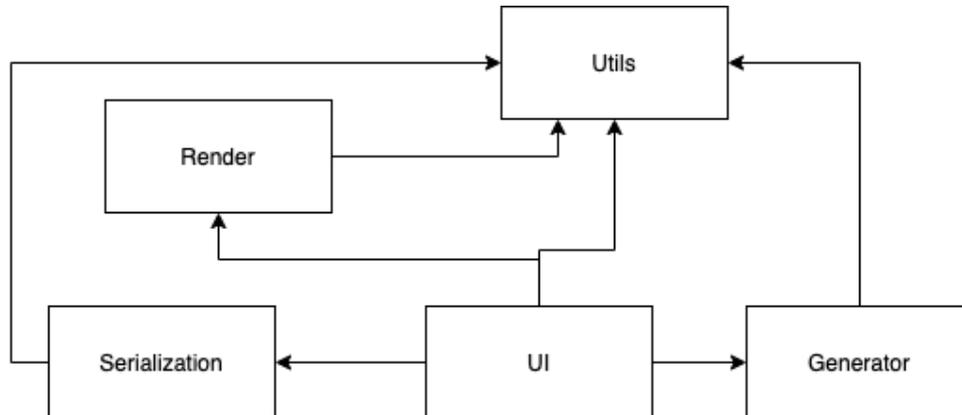


Рисунок 5 – Схема взаимодействия модулей программного средства

В основе разработки шейдеров лежат математические алгоритмы обработки графов. Граф шейдера представляет собой графический интерфейс на основе узлов, который позволяет дизайнерам и художникам добавлять и подключать узлы для создания шейдера без необходимости писать какой-либо код. Основная идея заключается в следующем: граф шейдера – это графическое представление фрагментного шейдера (в данном случае GLSL). Каждый узел в этом графе представляет собой текстовый блок в коде GLSL. Например, узел Multiply принимает два числа с плавающей запятой либо вектора и выдает результат их перемножения. В этом случае используется простой текстовый формат для указания узлов, вместо описания каждого узла классом. Такой подход имеет преимущества: узлы могут быть реализованы быстро, и узлы могут быть изменены или добавлены без перекомпиляции движка. Узлы и ссылки строимого в процессе создания шейдера графа – это данные. Для их описания используются структуры. На рисунке 6 приведён псевдокод алгоритма обхода нодов шейдера.

```

function resolve_node(node) :
  let input_code = ""
  let this_code = node.code
  store_outputs(node) // create variables for each output
  for i in node.inputs:
    if i.connected_node is resolved:
      replace(this_code, i, i.connected_output)
    else:
      input_code += resolve_node(i.connected_node)
      replace(this_code, i, i.connected_output)
  return input_code + this_code
  let output = resolve_node(master_node)
  
```

Рисунок 6 – Схема взаимодействия модулей программного средства

Для генерации кода необходима «входная» точка, начиная с которой будет обходиться граф. По линии связи определяется нод, с которым она связана и для того нода так же найти с которым связан тот (т.е. обходим смежные вершины графа последовательно). Таким образом, изначально доходим до нода без связей на входе записываем его код в строку, и так пока не вернемся обратно к ноду вывода цвета, и, собственно, получаем код, описанный графом.

Интерфейс программного средства похож на известные и распространенные редакторы шейдеров. Рабочая область представляет собой сетку, слева – область предпросмотра, вверху – главное меню. Добавление узлов графа шейдера осуществляется посредством контекстного меню (нажатие правой кнопкой мыши и выбор вида узла) (рисунок 7).

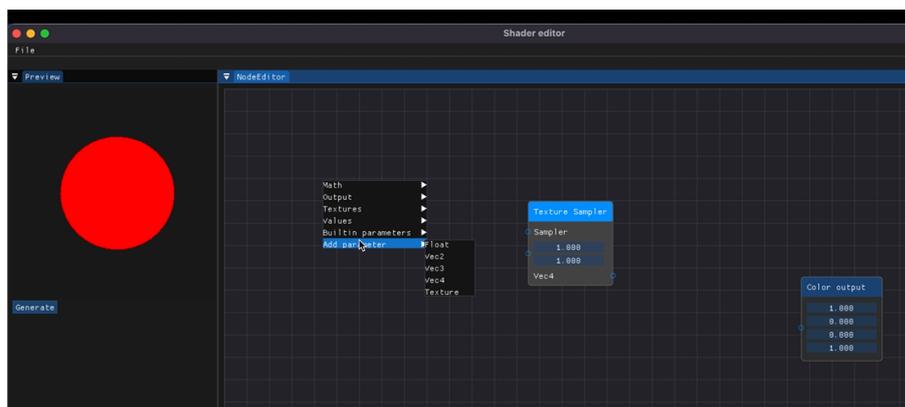


Рисунок 7 – Добавление узлов

При добавлении текстур в граф используется диалоговое окно, позволяющее загружать текстуры из файлов. Каждый пиксель геометрического объекта окрашивается соответствующим цветом текстуры. На выходе получается эффект объемной текстуры, корректно воспринимаемый зрителем. На рисунке 8 показано, как текстура применена к геометрии объекта.

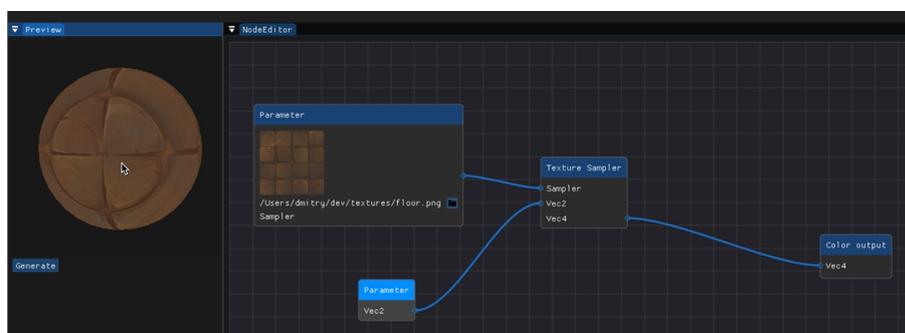


Рисунок 8 – Применение текстуры к объекту

Заключение. Одной из важнейших функций проекта является экспорт разработанного шейдера в GLSL-код. Именно эта возможность позволяет совмещать создаваемые в программе шейдеры с различными настраиваемыми движками. Отдельно стоит упомянуть, что использование данного ПС не требует наличия интернета и установки какого-либо дополнительного программного обеспечения.

В результате было разработано программное средство для визуального программирования шейдеров, которое практически не требует от пользователя знания программирования и обладает удобным минималистичным интерфейсом и сдержанным, деловым стилем оформления.

Список использованных источников:

- 1 DevTribe. Основы программирования шейдеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://devtribe.ru/p/unity/quick-theory-of-shaders-1>
- 2 Habr.com. Программирование шейдеров на Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/474812>
- 3 GameDev.ru Программирование шейдеров на HLSL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gamedev.ru/code/articles/HLSL>

UDC 004.42+004.925

SOFTWARE TOOL FOR VISUAL SHADER PROGRAMMING

Metselitsa D.S., Savenko A.G.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Savenko A.G. – Senior Lecturer, Master of Engineering Sciences

Annotation. The paper presents a developed software tool for visual programming of shaders, designed to automate the process of visual description of shaders by technical artists and programmers to speed up the prototyping process. Using of this tool by technical artists will reduce the interaction between the artist and the programmer in the process of working on a project, since the software tool does not require programming knowledge or other specific skills from the user. The result of shader programming will be export to GLSL code, compatible with many game engines.

Keywords. Shader programming, visual description, GLSL code

УДК 004.4+004.056

СИСТЕМА ГИБРИДНОГО ШИФРОВАНИЯ/ДЕШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ

Охтиенко М.П., студент гр.881072

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

Прянишников Н.А. – начальник ОТИС ИИТ БГУИР

Аннотация. В статье рассматриваются криптографические методы и средства обеспечения информационной безопасности, а также алгоритмы симметричного/асимметричного шифрования, эффективность которых объединяется в системе гибридного шифрования/дешифрования данных. Описывается архитектура гибридной криптосистемы, основные компоненты, их отношения и как они взаимодействуют друг с другом.

Ключевые слова. Криптография, гибридная криптосистема, шифрование, алгоритм, модульная архитектура; информационная безопасность, информационные технологии.

Введение. Современные методы накопления, обработки информации способствовали появлению угроз, связанных с возможностью потери, раскрытия, модификации данных. Важнейшей характеристикой любой компьютерной системы независимо от ее сложности и назначения становится безопасность циркулирующей в ней информации. Информационная безопасность – это состояние защищенности обрабатываемых, хранимых и передаваемых в ИТС данных от несанкционированного доступа, модификации, а также состояние защищенности информационных ресурсов от воздействий, направленных на нарушение их работоспособности [1].

Основные задачи защиты информации: целостность; конфиденциальность; достоверность; обеспечение оперативности доступа.

Назначение средств защиты целостности – гарантировать, что принятые данные в точности соответствуют отправленным и не содержат изъятов, дополнений, повторов и изменений в порядке следования фрагментов. Может контролироваться целостность сегментов данных, так и данных в целом, а также потока данных. Дополнительной функцией соответствующих средств может являться и восстановление искаженной информации.

Назначение средств обеспечения конфиденциальности – защитить информацию от атак. Информационная безопасность сталкивается с внешними и внутренними преднамеренными угрозами, направленными на хищение данных.

Эффективными средствами защиты, как от внешних угроз, так и от внутренних, являются: введение системы паролей пользователей, применение для особо важной информации криптографических методов защиты (шифрование), установка систем защиты от утечек информации, защита информации от копирования.

Назначение средств обеспечения доступности – обеспечить своевременный доступ пользователей к необходимой им информации и ресурсам информационной системы. Задача обеспечения доступности – комплексная, для ее решения применяются как методы защиты от НСД, так и специализированные методы защиты от разрушающих программных воздействий.

Основные задачи, решаемые в рамках информационной безопасности по отношению к работоспособности ИТС, должны обеспечивать защиту от:

- нарушения функционирования телекоммуникационной системы, выражающегося в воздействии на информационные каналы, управления и удаленной загрузки БД;
- разрушения встраиваемых и внешних средств защиты;
- несанкционированного доступа к информационным ресурсам, приводящих к утечке данных, нарушению целостности данных, изменению функционирования подсистем распределения информации, доступности баз данных.

Тенденции развития информационных технологий дают все основания сделать вывод о постоянном возрастании роли криптографических методов при решении задач аутентификации в распределенных системах, обеспечения секретности данных при их передаче по открытым каналам связи. Основу криптографических методов составляет криптографическое преобразование информации, производимого по определенным математическим методам, с целью исключить доступ к данной информации посторонних пользователей, а также с целью обеспечения невозможности бесконтрольного изменения информации [2].

Применение криптографических методов защиты обеспечивает решение основных задач информационной безопасности:

- конфиденциальность;
- скрытия информации от неавторизованных пользователей;
- предотвращение изменения информации при передаче или хранении;
- целостность;

— идентифицируемость.

Проблемы защиты конфиденциальности и целостности информации тесно связаны между собой, поэтому методы решения одной из них часто применимы для решения другой.

Основная часть. Разработка криптографических систем строится на нескольких фундаментальных принципах. Один из них – принцип Керкгоффса, согласно которому в засекреченном виде держится только определенный набор параметров алгоритма, называемый ключом, а сам алгоритм шифрования должен иметь открытый исходный код. Системы шифрования/дешифрования данных необходимо строить так, чтобы их криптографическая сторона была известна и единственным неизвестным элементом являлся криптографический ключ, который используется в данной системе.

Криптографическая система состоит из следующих компонент:

– пространства:

- а) открытых данных M ;
- б) ключей K ;
- с) зашифрованных данных C ;

– функции:

- а) шифрования данных: $E_k : M \rightarrow C$;
- б) дешифрования данных: $D_k : C \rightarrow M$.

Гибридной криптосистемой принято называть способ передачи большого объема зашифрованных данных, при котором данные шифруются секретным ключом с применением симметричного алгоритма, а сам ключ передается зашифрованным асимметричным шифром. Такой способ получил широкое распространение за то, что он включает в себя преимущества как симметричной, так и асимметричной криптографии[3]. Большой блок данных шифруется очень быстрым симметричным алгоритмом, а ключ шифрования передается надежно зашифрованным с помощью асимметричного алгоритма, и это решает проблему распределения ключей, свойственную только симметричным методам. Схема гибридной криптосистемы представлена на рисунке 1.

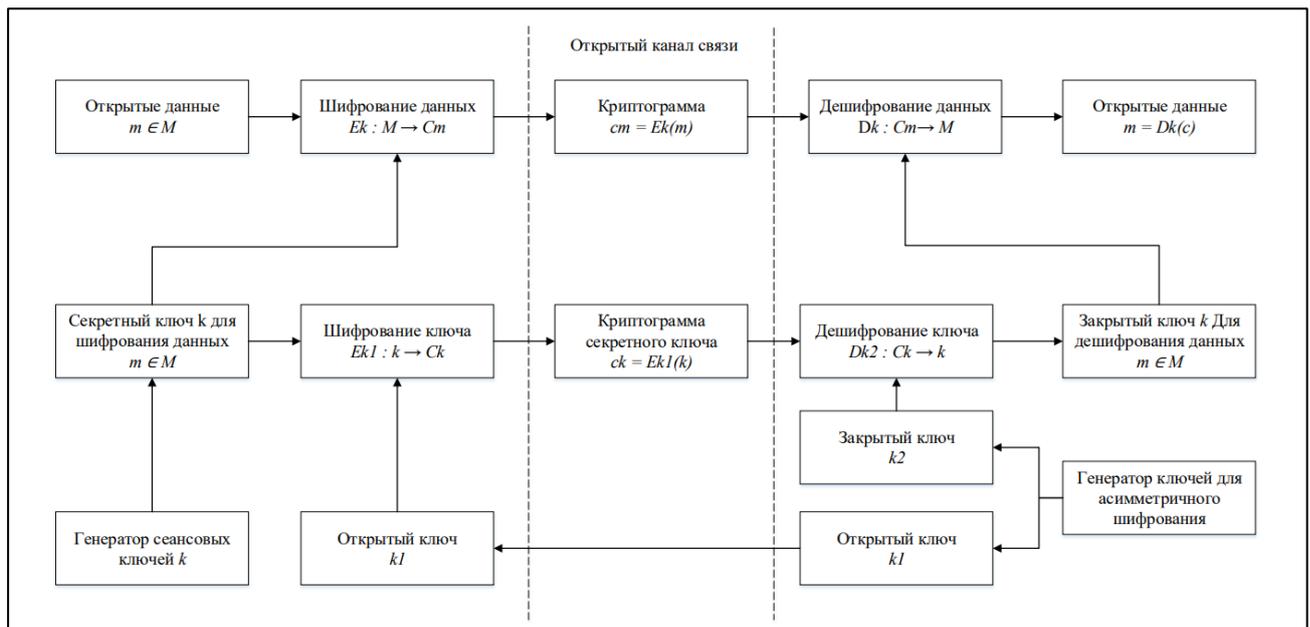


Рисунок 1 – Схема гибридной криптографической системы

Для повышения криптостойкости в гибридной криптографической системе для каждого сеанса секретной связи генерируется свой секретный ключ для симметричного шифрования, называемый соответственно сеансовым. Выбор размера криптографических ключей для симметричного и асимметричного шифрования осуществляется таким образом, чтобы их потенциальная криптостойкость к атаке по методу полного перебора возможных вариантов была сопоставимой.

В случае, если открытый и закрытый ключи асимметричного шифрования используются неоднократно, то их криптостойкость должна быть существенно выше, чем у сеансового секретного ключа симметричного шифрования, поскольку при дискредитации, злоумышленник получит возможность расшифровывать передаваемые сеансовые секретные ключи и соответственно зашифрованные на их основе данные.

Архитектура гибридной криптосистемы описывает основные компоненты системы, их отношения и как они взаимодействуют друг с другом. Архитектура служит чертежом, предоставляющим абстракцию для управления сложностью системы, описывающим отношения (структуру) и механизм взаимодействия между компонентами. Представляет собой

структурированное решение, которое отвечает всем эксплуатационным и техническим требованиям, учитывая при этом установленную планку производительности и безопасности.

Главная цель при проектировании – выявление требований, которые влияют на структуру приложения. Продуманная архитектура снижает бизнес-риски и технические издержки. Модульная архитектура, малая связность и высокая сопряженность позволяют писать программное обеспечение обладающие большой гибкостью к изменениям и большим процентом повторного использования кода.

Модульная архитектура программного обеспечения достигается с помощью декомпозиции. Система делится на крупные подсистемы, которые в общих чертах описывают ее работу. После полученные подсистемы анализируются и выделяются в подмодули либо объекты. Необходимо соблюдать ограничение в 2-7 модулей на один иерархический уровень. Модули выделяются исходя из тех задач, которые решает система. Подзадачи, которые могут решаться независимо друг от друга, являются конечной целью разбиения главной задачи. Модуль создается с целью решения лишь одной задачи и выполнения соответствующей функции. Важнейшей метрикой хорошей декомпозиции будет малая связность кода между модулями, которая позволяет легко вносить нужные изменения, не заботясь о зависимостях. И высокая сопряженность внутри самих модулей, свидетельствующая о фокусе на одной конкретной задаче. Для изменения высоко сопряженного модуля должна быть только одна причина. Хорошо спроектированный модуль реализует лишь одну функцию, которую выполняет только внутри себя. Подчиняется принципу Input Process Output (IPO) – получив один набор данных он возвращает тоже только один набор выходных данных. Результат работы модуля определяется только входными данными и индифферентен к работе других модулей. Обмен информацией с другими модулями минимизирован.

Архитектура разрабатываемой системы «Гибридного шифрования/дешифрования данных» представлена на рисунке 2.

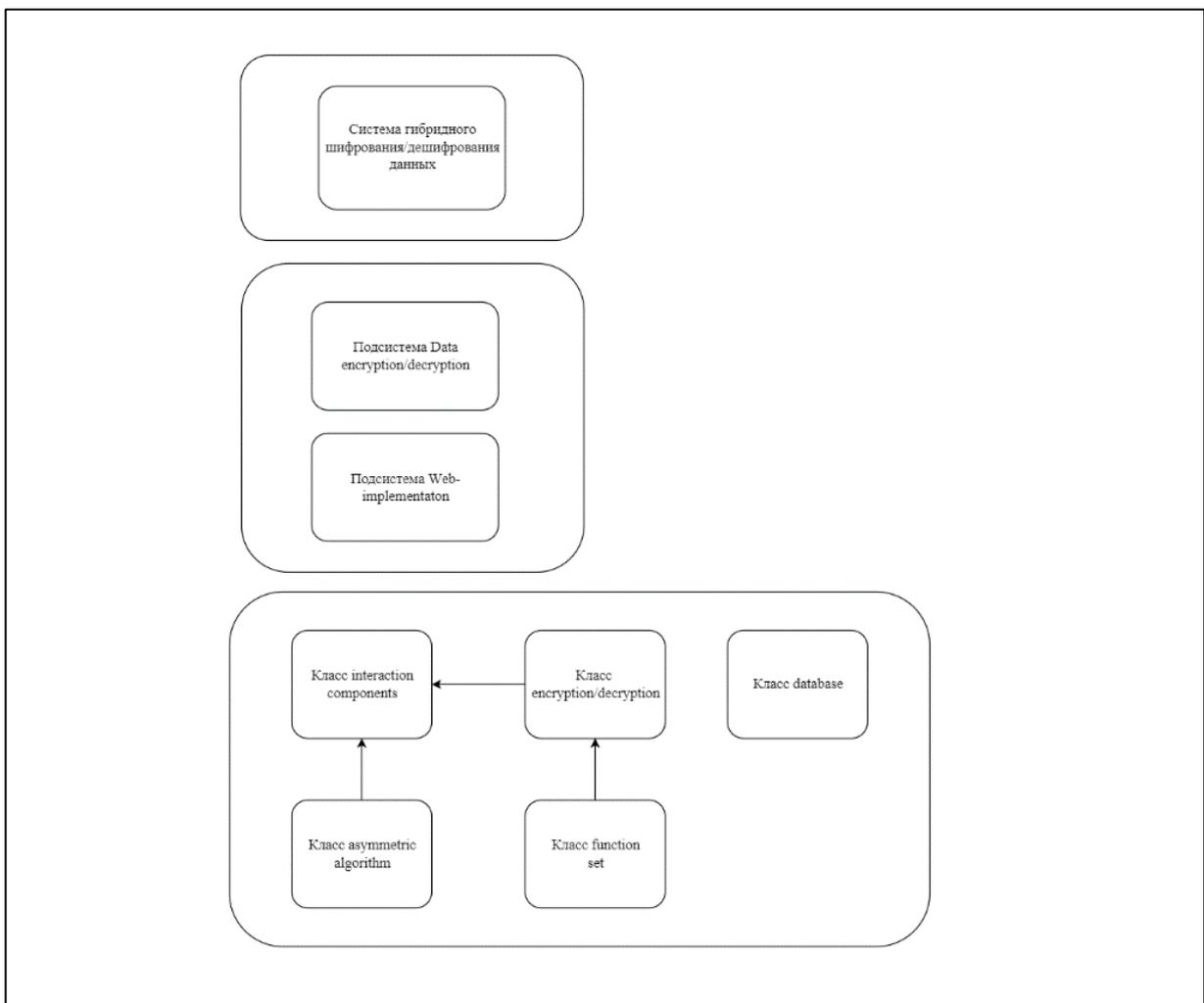


Рисунок 2 – Архитектура гибридной криптосистемы

Система «Гибридного шифрования/дешифрования данных» декомпозируется на подсистемы: Data encryption/decryption и Web-implementation.

В подсистеме Data encryption/decryption выделяются следующие классы:
— encryption/decryption;

- function set;
- asymmetric algorithm;
- interaction components.

Класс encryption/decryption реализует алгоритм шифрования, который базируется на математических функциях. Функционально шифрование похоже на дешифрование, по этой причине выделять дешифрование в отдельный класс не следует. Класс является законченным и может использоваться повторно.

В класс function set выделяются следующие подмодули:

- генерация ключа;
- генерация псевдослучайных последовательностей;
- установка текущего ключа;
- преобразование ключа в необходимый для алгоритма вид;
- подача и накопление выходных данных;
- запись выходных данных в промежуточный буфер.

Данные, предоставляемые на вход и получаемые на выходе подаются в бинарном виде и для их хранения не нужно использовать специальные структуры. Ключ зависит от алгоритма шифрования. Он имеет определенные алгоритмом шифрования требования. Преобразование ключа в необходимый вид – это детали имплементации конкретного алгоритма шифрования. Ключ всегда поступает на вход в формате строки закодированной в base64.

Класс asymmetric algorithm реализует алгоритм шифрования/дешифрования ключа, который базируется на односторонних математических функциях.

В подсистеме Web-implementaton выделяется класс database, обеспечивающий взаимодействие с базой данных, в которой хранятся пользовательские данные, которые используются при авторизации в системе «Гибридного шифрования/дешифрования данных».

Взаимодействие классов происходит в interaction components. Для чтения/записи данных используется стандартные функции среды разработки.

Заключение. Представленное программное обеспечения «Система гибридного шифрования/дешифрования данных» направленно на обеспечение конфиденциальности информации путем шифрования передаваемых и хранимых данных. Гибридная криптосистема разработана с целью обеспечения секретности передаваемых данных, их аутентичности и целостности.

Список использованных источников:

1. Анин, Б. Ю. Защита компьютерной информации / Б. Ю. Анин. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 384 с.: ил.
2. Иванов, М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях / М. А. Иванов. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. – 368 с.
3. Петров, А. А. Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты / А. А. Петров. – М.: ДМК, 2008. – 448 с.: ил.

UDC 004.4+004.056

HYBRID DATA ENCRYPTION/DECRYPTION SYSTEM

Okhtienko M.P.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Pryanishnikov N.A. – head of DTIS IIT BSUIR

Annotation. The article deals with cryptographic methods and information security tools, as well as symmetric/asymmetric encryption algorithms, the effectiveness of which is combined in a hybrid data encryption/decryption system. The architecture of the hybrid cryptosystem, the main components, their relationships and how they interact with each other are described.

Keywords. Cryptography, hybrid cryptosystem, encryption, algorithm, modular architecture; information security, information technology.

УДК 621.397

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Прибытко П.Д., студент гр.882471

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

Шведова О.А. – магистр техн. наук

Аннотация. В данной работе представлен реализованный комплекс системы безопасности предприятия. Уникальность разработанной автоматизированной системы заключается в использовании технологий на основе нейронных сетей, что позволяет оборудованию использовать эффект «Глубокого обучения». С целью достижения максимального эффекта в вопросе обеспечения безопасности на охраняемом объекте, произведена интеграция системы контроля и управления доступом с применением биометрических технологий в единую систему безопасности предприятия. С учетом неблагоприятной эпидемиологической обстановки в автоматизированную систему интегрировано тепловизионное оборудование, использование которого позволяет осуществлять термометрические мероприятия при посещении предприятия. Преимущества данной системы: контроль целостности охраняемого периметра, исключение несанкционированного доступа, исключение противоправных действий третьих лиц, организация учета рабочего времени, организация профилактических мероприятий (COVID).

Ключевые слова. Видеонаблюдение, безопасность, доступ, управление, нейросеть, распознавание, регистрация, патруль, алгоритм, мониторинг, измерение, обучение, классифицирование, наблюдение, слежение, изображение, защита, сеть, видеочамера, радар, контроллер, процессор, сервер, объект, движение, маршрут, интеграция, программа, ColorVu, AcuSense, DarkFighter, DeepLearning.

Введение. Видеонаблюдение является ключевым средством по обеспечению безопасности и получению оперативной информации. Зачастую частные дома, квартиры, производственные объекты, складские помещения и многое другое нуждается в усиленной охране. Человеческий фактор и большие зоны наблюдения приводят к тому, что человек-оператор не всегда способен уследить за объектом и обеспечить должное качество мониторинга. Автоматизированная система видеонаблюдения с применением нейронных сетей для распознавания объектов представляет собой полноценный высокотехнологический комплекс, решающий задачи по обеспечению безопасности предприятия на внутренней и внешней территориях по периметру охраняемого объекта.

Основная часть. Структурно система контроля и управления доступом, интегрированная в настоящую автоматизированную систему, подразделяется на два основных блока: блок организации управления въездом/выездом транспортных средств, блок организации управления проходами сотрудников через контрольно-пропускной пункт (далее - КПП) охраняемого предприятия. Блок организации управления въездом/выездом транспортных средств состоит из 2-х IP-видеокамер (наименование IP-видеокамер - Hikvision iDS-2CD7A26G0/P-IZHSY), 2-х контроллеров въезда/выезда (наименование контроллеров - Hikvision DS-TME402-TPC), терминала управления (наименование терминалов - Hikvision DS-TPE104) и конечного исполнительного устройства – автоматический шлагбаум. Блок организации управления проходами сотрудников через КПП состоит из 1-й IP-видеокамеры с возможностью измерения температуры и обнаружения возгораний (наименование IP-видеокамеры - Hikvision DS-2TD1217-3/PA), 2-х терминалов доступа на вход и выход (наименование терминалов доступа - Hikvision DS-K1T341) и распашного турникета (наименование турникета - Hikvision DS-K3Y501).

Управление системой осуществляет Оператор из пункта управления, расположенного в административном здании на территории предприятия. Периметральное видеонаблюдение состоит из 14-ти IP-видеокамер с интеллектуальной возможностью распознавания объектов (наименование IP-видеокамер - Hikvision DS-2CD2647G2) и 3-х скоростных роботизированных поворотных IP-видеокамер с возможностью распознавания объектов и привязкой к ним на протяжении всего маршрута перемещения (наименование IP-видеокамер - Hikvision DS-2DE4425IW-DE).

Автоматизированная система видеонаблюдения с применением нейронных сетей для распознавания объектов решает задачи по осуществлению безопасности периметра охраняемой территории. Контроль целостности периметра осуществляют охранные радары в количестве 3-х штук (наименование радаров - Hikvision DS-PR-1-60), позволяющие одновременно вести цифровое наблюдение за 32-мя целями в режиме «Online», а также проектировать предполагаемый маршрут передвижения объекта наблюдения. Охранный радар функционирует при помощи электронной технологии формирования луча вкупе с интеллектуальными алгоритмами глубокой обработки сигнала, что дает возможность определять местоположение и передвижение наблюдаемых целей с высокой точностью. При обнаружении попытки несанкционированного доступа сигнал тревоги от охранный радар передается на поворотную видеокамеру (наименование IP-видеокамеры Hikvision DS-2DE4425IW-DE), а также в пункт управления. Такая конфигурация позволяет активировать

мгновенную запись видеоизображения и тем самым осуществить идентификацию и визуализацию объекта наблюдения оператором пункта управления. Методика функционирования охранного радара (наименование радара - Hikvision DS-PR-1-60) представлена на рисунке 1.

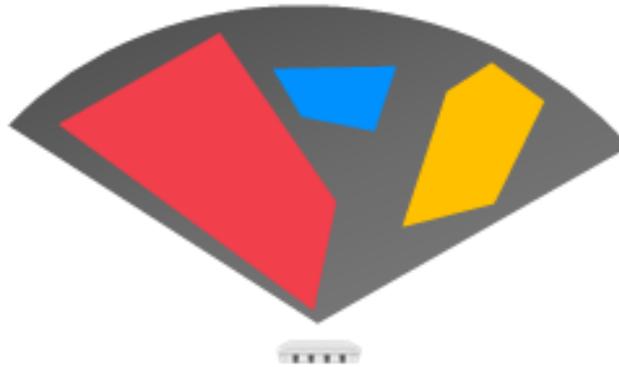


Рисунок 1 – Методика функционирования охранного радара

Управление автоматизированной системой видеонаблюдения осуществляется посредством использования цифрового IP-видеорежистратора (наименование IP-видеорежистратора - Hikvision DeepinMind Ids-7732NXI-I4/X (B)). Общее управление комплексной системой безопасности охраняемого предприятия осуществляется посредством использования рабочей станции (наименование рабочей станции - HikCentral-Workstation/64).

Функциональная составляющая автоматизированной системы видеонаблюдения предусматривает организацию долговременного хранения информации – архивирование в системе. Функцию архивирования выполняет сервер хранения данных (наименование сервера хранения данных - Hikvision DS-AT1000S/288).

Требуемый размер хранилища системы видеонаблюдения - 158.445 ТБ.

В случае отключения системы основного электропитания на территории охраняемого объекта, предусмотрено резервное электропитание за счет использования источников бесперебойного питания (далее - ИБП). В автоматизированной системе используется 11 ИБП. Время автономной работы в соответствии с техническими характеристиками составляет: ИБП №1 – 1.32 ч., ИБП №2 – 1.19 ч., ИБП №3 – 1.7 ч., ИБП №4 – 0.8 ч., ИБП №5-7 – 4.7 ч., ИБП №8 – 0.21 ч., ИБП №9 – 1.02 ч., ИБП №10 – 0.8 ч., ИБП №11 – 1.7 ч.

Охраняемый объект представляет собой открытую плоскую территорию, на которой имеется административное здание, постройки и несколько автомобильных стоянок. Схема расположения представлена на рисунке 2.

В части касающейся организации сетевого взаимодействия (сетевой интерфейс), оборудование подключается по сетевому протоколу передачи данных «TCP». Организация передачи пакетов на транспортном уровне организована с использованием сетевого протокола передачи данных «TCP». Прикладной уровень организован посредством использования следующих протоколов: RTSP, SNMP, HTTP, HTTPS, UPnP, EHome 5.0 (протокол разработан компанией Hikvision).

Спроектированная автоматизированная система видеонаблюдения с применением нейронных сетей для распознавания объектов функционирует на основе применения программного обеспечения (далее - ПО) HikCentral professional ver. 2.0.1. Данное ПО позволяет произвести интеграцию компонентов системы контроля и управления доступом совместно с элементами системы видеонаблюдения - в единое целое, что существенно позволяет оптимизировать работу Оператора пункта управления. В настоящем проекте произведена реализация следующих возможностей: измерение температуры тела человека, контроль наличия респираторной маски на лице, привязка и слежение за объектом наблюдения в зоне контроля, контроль оставленных (без присмотра) предметов, распознавание лиц, распознавание регистрационных знаков автомобильного транспорта, распознавание и классификация объектов наблюдения по категориям, организация патрулирования по уровням в трех плоскостях (PTZ), биометрический доступ на территорию предприятия. Все реализованные технические составляющие построены на базе технологий, функционируемых по принципу алгоритмов глубокого обучения. В настоящем проекте применяются технологии с использованием нейронных сетей: ColorVu, AcuSense, DarkFighter, DeepLearning.

ColorVu – технология дополнительного теплого освещения, которая дает возможность передачи цветного изображения даже в темное время суток. Видеокамеры, имеющие в своем составе технологию ColorVu, эффективно справляются с такими задачами, как глубокое распознавание деталей объекта наблюдения в условиях недостаточной видимости. Видеокамеры оснащены LED-подсветкой, что позволяет осуществлять качественную цветную съемку круглосуточно в высоком разрешении. Немаловажной особенностью технологии ColorVu является применение «алгоритмов глубокого обучения» для точной классификации целей (человек/транспортное средство), а также для

максимального исключения различных ложных тревог, вызванных нецелевыми объектами (животные, осадки, явления природы и др.).

AsuSense — технология глубокого видеонализа на базе применения «алгоритмов глубокого обучения», которая используется для детекции целей и классификации по категориям «Человек», «ТС» или «Другое». Технология способствует снижению числа ложных тревог. При использовании технологии с применением алгоритмов «алгоритмов глубокого обучения» исходный сигнал проходит через несколько слоев обработки информации, в результате чего алгоритм трансформирует частичное понимание (поверхностный уровень) в общую закономерность (глубокий уровень), на основе которой и происходит восприятие изучаемого объекта.

DeepLearning – технология, основанная на применении «алгоритмов глубокого обучения». Особенность данной технологии заключается в том, что она не требует вмешательства оператора, поскольку опирается на искусственный интеллект с целью самостоятельного извлечения функций, то есть самообучение.

DarkFighter – технология, которая способна обеспечить четкие цветные изображения как в дневное время суток, так и в условиях темного времени суток. В камерах с технологией DarkFighter используются специальные датчики размером 1/2 дюйма, которые способны обеспечить наилучшую светочувствительность, высокое соотношение сигнал/шум и увеличенный широкий динамический диапазон. Площадь одного пикселя данной матрицы практически в два раза больше, чем у матрицы стандартного типа, что является одним из самых главных условий выдачи качественного изображения в условиях плохой видимости. В видеокameraх с технологией DarkFighter используют асферическую линзу для уменьшения аберраций изображения. Основной особенностью асферических линз от стандартных типов сферических или плоских линз является наличие поверхности свободной формы. Данная особенность способствует более точной фокусировке света с целью дальнейшего увеличения качества изображения. DarkFighter решает проблему аберраций изображения и улучшает коэффициент пропускания света, что в результате значительно увеличивает качество изображения при условиях плохой видимости.

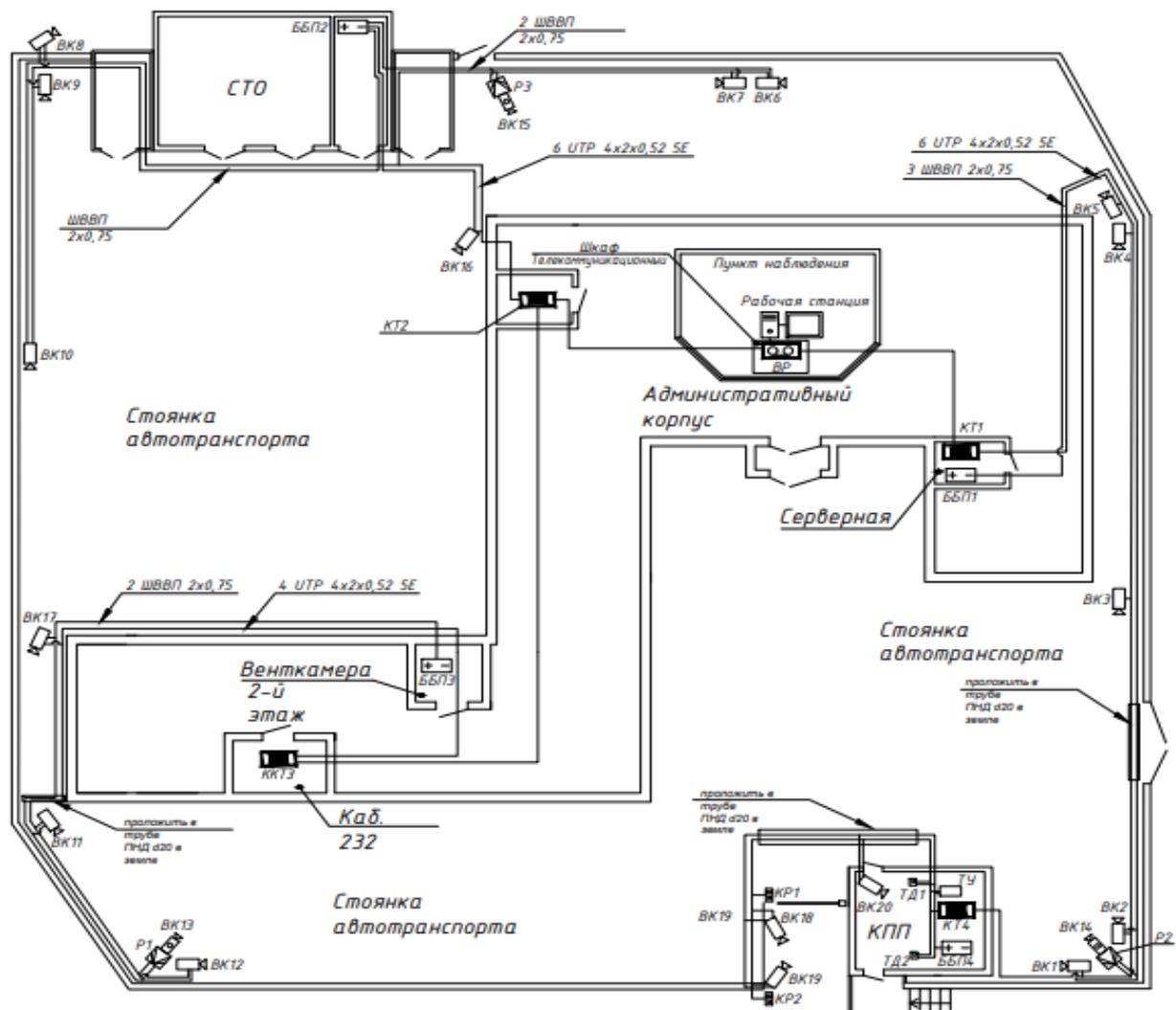


Рисунок 2 – Схема расположения

Эффективность функционирования автоматизированной системы видеонаблюдения в области обеспечения безопасности охраняемого предприятия прямо пропорционально зависит от надежности функционирования всех узлов и механизмов, применяемых в системе в целом. На основании принципов надежности были учтены все аспекты применения показателей надежности, исходя из которых получена вероятность безотказной работы применяемых узлов и механизмов $P(t) = 0.72$.

Заключение. Спроектированная автоматизированная система позволила повысить уровень безопасности охраняемого предприятия с использованием нейросетевого оборудования, осуществлять круглосуточный мониторинг внутренней и внешней территорий, вести учет рабочего времени сотрудников предприятия, организовать беспрепятственный проезд служебного автотранспорта.

Дополнительно стоит отметить, что интеграция применяемых технических систем с реализованными решениями в области обеспечения безопасности предприятия, позволила обрести высокий уровень охраны объекта и организовать единую систему безопасности с решением актуальных задач: обеспечение целостности охраняемой территории, исключение возможности несанкционированного доступа, повышение уровня безопасности работников предприятия, исключение противоправных действий против собственности юридического лица, исключение нарушений общественного порядка, организация учета времени пребывающего персонала, организация учета времени пребывающего автотранспорта, организация профилактических мероприятий против COVID, сбор и хранение данных для дальнейшего анализа.

Список использованных источников:

1. Кругль, Г. *Практика и технологии аналогового и цифрового видеонаблюдения / СПб.* : Германия, 2019. – 626 с.
2. Нейронные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://lib.secuteck.ru/articles2/all-oxver-ip/neyronnye-seti-kak-osnovnoy-drayver>.
3. Deep Learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/glubokoe-obuchenie-deep-learning-tutorial>.
4. Глубокое обучение в системах видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hikvision.ru/press/19091002463>.
5. HikCentral [Электронный ресурс] : Datasheet / manual. – Режим доступа : 20210128.PDF.
6. DeepinMind [Электронный ресурс] : Datasheet / manual. – Режим доступа: 20211105.PDF.
7. Расчет архива системы видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://markevich.by/obuchenie-proektirovaniyu/raschet-arxiva-sistemy-videonablyudeniya.html>.

UDC 621.397

AUTOMATED VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM USING NEURAL NETWORKS FOR OBJECT RECOGNITION

Pribytko P.D.

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

Shvedova O.A. – master of technical sciences

Annotation. This paper presents the implemented complex of the enterprise security system. The uniqueness of the developed automated system lies in the use of technologies based on neural networks, which allows the equipment to use the “Deep Learning” effect. Considering the unfavorable epidemiological situation, thermal equipment is integrated into the automated system which enables to carry out thermometric measuring when visiting the enterprise. The advantages of this system are such as the following: monitoring the integrity of the protected perimeter, exclusion of unauthorized access, exclusion of illegal actions of third parties, organization of time tracking and organization of preventive measures (COVID). The designed automated system makes it possible to increase the security level of the protected enterprise using neural network equipment, carry out round-the-clock monitoring of internal and external territories, keep track of the working hours of the enterprise employees and organize unhindered passage of official vehicles.

Keywords. Video, security, access, control, neural network, recognition, registration, fixation, memorization, patrol, algorithm, monitoring, measurement, training, classification, observation, tracking, alarm, image, storage, information, protection, network, video camera, radar, controller, processor, server, archive, object, movement, route, integration, program, ColorVu, AcuSense, DarkFighter, DeepLearning.

УДК 004.45+004.75

МОНИТОРИНГ РЕСУРСОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ

Северин К.М., студент гр. 951004

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

Парамонов А.И. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. Выполнен анализ проблемы эффективности распределения нагрузки в вычислительной сети. Рассмотрены алгоритмы балансировки. Предложена модификация алгоритма балансировки нагрузки на основе информации о текущей загрузке вычислительных узлов. Предложено программно-алгоритмическое обеспечение для мониторинга ресурсов доступных узлов. Описана архитектура программного комплекса и особенности программной реализации.

Ключевые слова. Мониторинг, ресурсы компьютера, сетевые ресурсы, вычислительная сеть, сервер, распределение нагрузки, алгоритм, балансировка, счетчик производительности, PDH, программное обеспечение, стресс-тест, Round Robin, Windows, Win32 API, C++11.

Введение. В связи с массовым распространением распределенных вычислительных систем стала актуальной проблема их эффективного использования. Одним из аспектов данной проблемы является эффективное планирование и распределение задач внутри распределенных вычислительных систем с целью оптимизации использования ресурсов и сокращения времени вычисления. Весьма часто возникает ситуация, при которой часть вычислительных ресурсов простаивает, в то время как другая часть ресурсов перегружена и в очереди имеется большое количество ожидающих своего исполнения задач. Для оптимизации использования ресурсов, сокращения времени обслуживания запросов, горизонтального масштабирования (динамическое добавление или удаление устройств), а также обеспечения отказоустойчивости (резервирования) [1] применяется метод равномерного распределения заданий между несколькими сетевыми устройствами (например, серверами) называемый балансировка нагрузки, или выравнивание нагрузки (Load Balancing).

Основная часть. Проблема балансировки вычислительной нагрузки распределенной системы возникает по различным причинам, в числе которых:

- структура вычислительного комплекса (например, кластера) неоднородна, т.е. разные вычислительные узлы обладают разной производительностью;
- структура межузлового взаимодействия неоднородна, т.к. линии связи, соединяющие узлы, могут иметь различные характеристики пропускной способности;
- структура распределенного приложения неоднородна, различные логические процессы требуют различных вычислительных мощностей.

При появлении новых заданий программное обеспечение, которое отвечает за балансировку, должно принять решение о том, на каком вычислительном узле следует выполнять вычисления, связанные с этим новым заданием. Кроме того, балансировка предполагает перенос части вычислений с наиболее загруженных вычислительных узлов на менее загруженные узлы. При выполнении задач процессоры обмениваются между собой коммуникационными сообщениями. В случае низких затрат на коммуникацию, некоторые процессоры могут простаивать, в то время как остальные будут перегружены. Также будут нецелесообразны большие затраты на коммуникацию. Следовательно, стратегия балансировки должна быть такой, чтобы вычислительные узлы были загружены достаточно равномерно, но и коммуникационная среда не должна быть перегружена.

В большинстве случаев балансировка используется для достижения следующих целей [2]:

- справедливость – нужно гарантировать, чтобы на обработку каждого запроса выделялись системные ресурсы и не допустить возникновения ситуаций, когда один запрос обрабатывается, а все остальные ждут своей очереди;
- эффективность – все серверы, которые обрабатывают запросы, должны быть заняты на 100%; желательно не допускать ситуации, когда один из серверов простаивает в ожидании запросов на обработку (в реальной практике эта цель достигается далеко не всегда);
- сокращение времени выполнения запроса – нужно обеспечить минимальное время между началом обработки запроса (или его постановкой в очередь на обработку) и его завершения;
- сокращение времени отклика – нужно минимизировать время ответа на запрос.

Важно четко понимать, в каких ситуациях и при каких нагрузках алгоритм будет эффективным для решения поставленных задач, и при увеличении нагрузки алгоритм должен сохранять работоспособность. Поэтому очень желательно, чтобы алгоритм балансировки обладал свойствами: предсказуемость; равномерная загрузка ресурсов системы и масштабируемость.

На сегодня известно и применяется достаточно много алгоритмов балансировки. Одним из самых популярных и простых в реализации является Round Robin. Вместе с тем этот алгоритм имеет и целый ряд существенных недостатков. Например, чтобы распределение нагрузки по этому алгоритму отвечало упомянутым выше критериями справедливости и эффективности, нужно, чтобы у каждого сервера был в наличии условно одинаковый набор ресурсов. При выполнении всех операций также должно быть задействовано одинаковое количество ресурсов. В реальной практике эти условия в большинстве случаев оказываются практически невыполнимыми. Его модернизацией является Weighted Round Robin. Суть усовершенствований заключается в том, что каждому серверу присваивается весовой коэффициент в соответствии с его производительностью и мощностью. Это помогает распределять нагрузку более гибко: серверы с большим весом обрабатывают больше запросов. Однако всех проблем с отказоустойчивостью это отнюдь не решает.

При проектировании решения задачи балансировки будем предполагать, что все задачи одинаковы, то есть каждая задача, которая подается на один вычислительный узел, потребует от него одинаковое количество системных ресурсов.

В основе предложенного подхода к балансировке положена следующая гипотеза: задачу должен получать вычислительный узел с наименьшей загруженностью на центральный процессор данный момент. Таким образом, предполагается, что нагрузка будет распределена равномерно по всем узлам. Общую схему алгоритма можно увидеть на рисунке 1.

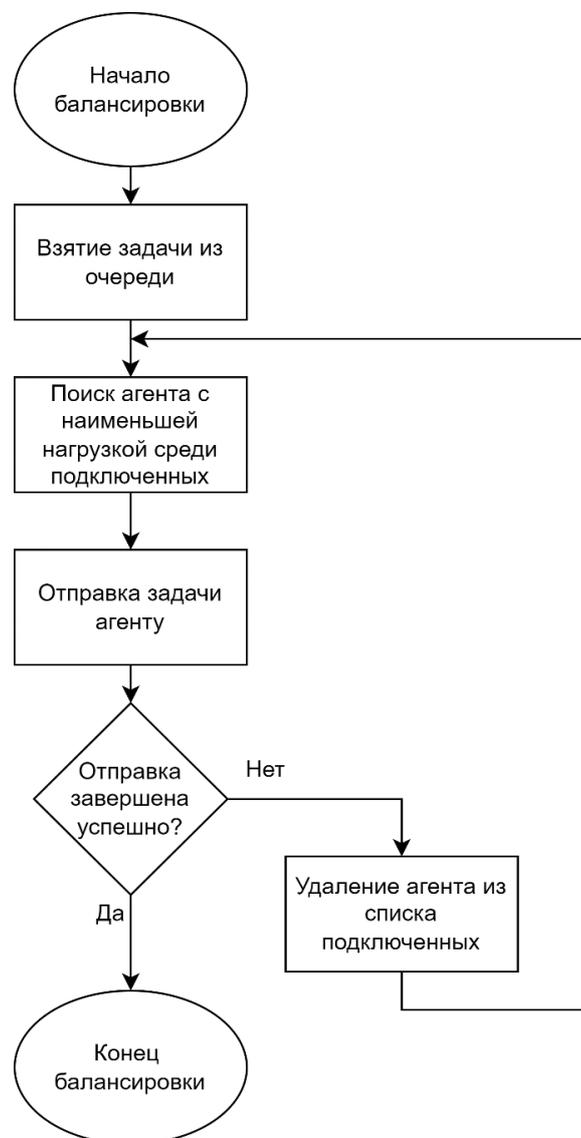


Рисунок 1 – Общая схема алгоритма балансировки

Для того чтобы минимизировать затраты на общение между узлами и при этом получить достаточно удобный для взаимодействия уровень абстракции были использованы стандартные сокеты операционной системы Windows. В качестве протокола транспортного уровня был взят TCP, так как он осуществляет повторный запрос данных в случае потери данных и устраняет дублирование при получении двух копий одного пакета, гарантируя тем самым целостность передаваемых данных и уведомление отправителя о результатах передачи [3].

В операционной системе Windows существует 3 способа получить сведений об используемых ресурсах:

1. Основанный на применении API, который становится доступен после подключения заголовочного файла windows.h [4];
2. Счетчики производительности PDH (performance data helpers) [5];
3. Инструментарий управления Windows (WMI).

В качестве способа получения данных о ресурсах выбраны счетчики производительности (использование библиотеки pdh.h). Этот API предоставляет единый интерфейс для получения основных счетчиков производительности, что дает возможность быстрого расширения количества поддерживаемых метрик и усложнения алгоритма балансировки.

Чтобы на «засорять» канал связи между клиентом и сервером, клиент отправляет информацию о нагрузке с периодом в 1 секунду. Счетчики производительности также обновляются раз в секунду.

При тестировании полученной системы одинаковыми задачами наблюдалось равномерное распределение нагрузки между всеми подключенными узлами. При тестировании различными по сложности задачами наблюдались различия в нагрузке на вычислительные узлы, обусловленные тем, что задача считается неделимой. При стрессовом тестировании был выявлен главный недостаток балансировки на основе нагрузки на узлы: когда задач становится слишком много балансировщик может успеть отправить несколько задач одному вычислительному узлу из-за того, что информация об актуальной нагрузке на вычислительный узел еще не пришла. Такую ситуацию наглядно можно видеть на рисунке 2.

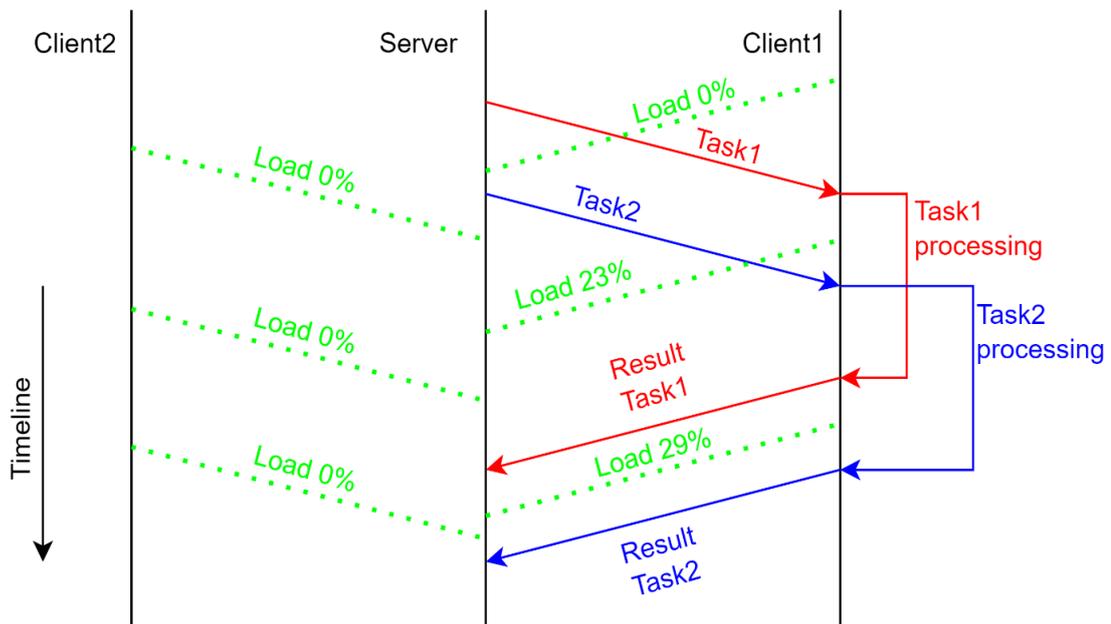


Рисунок 2 - Схема обмена сообщениями сервера и двух клиентов

Программный комплекс для мониторинга ресурсов вычислительной сети разработан на языке программирования C++, с применением стандарта языка C++11. Использовалась стандартная библиотека шаблонов, как удобные контейнеры для хранения данных, а также такие классы, как `std::thread` и `std::mutex` для организации многопоточности.

Пользовательский интерфейс программных модулей построен с использованием средств Win32 API. Данное API было выбрано потому, как оно предоставляет возможности разработки первого уровня, не зависящей от управляемой среды выполнения, такой как .NET или WinRT. Благодаря этому Win32 является оптимальной платформой для приложений, которым требуется самый высокий уровень производительности и прямой доступ к системному оборудованию. Также были использованы такие системные объекты как сокеты.

Программное средство сервера состоит из трех модулей:

1. Балансировщик, который распределяет задачи между клиентами;
2. Менеджер ресурсов, который собирает сведения от клиентов (узлов) об их загруженности и обновляет интерфейс;
3. Сервер, слушающий и обрабатывающий входящие соединения.

Программное средство клиента также состоит из трех модулей:

1. «Работник», который выполняет полезную работу (запускает процесс для выполнения поставленной задачи, следит за ее выполнением);
2. «Сборщик информации», который собирает показания с датчиков производительности pdh.h;
3. «Клиент», слушающий канал связи и добавляющий задачу в очередь работнику.

Все модули работают параллельно, каждый в своем потоке. Для синхронизации доступа к общим данным используется мьютекс. Коммуникации между клиентом и сервером происходит с использованием сокетов, которые предоставляет Win API. В процессе работы приложения устанавливается постоянное соединение, по которому передаются сообщения между сервером и клиентом. Общая структура сообщения состоит из двух полей: размер текстового сообщения (4 байта) и текстовое сообщение (n байт). Текстовое сообщение бывает трех типов: задача, результат выполнения задачи и данные датчиков. Тип текстового сообщения определяется по первому ключевым словам «TASK», «RESULT», «COUNTER». Далее идут необходимые данные в виде текста.

На рисунке 3 представлена структура программного комплекса.

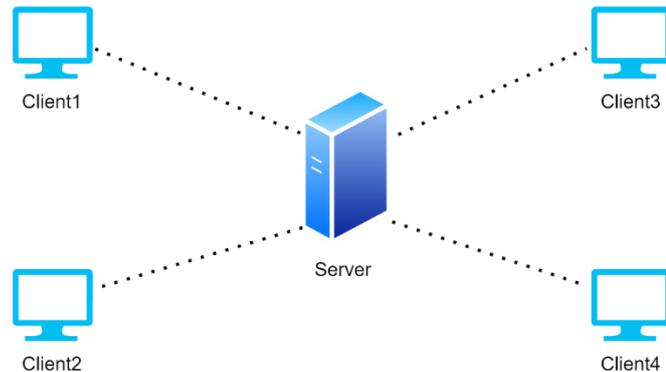


Рисунок 3 – Архитектура построенной модели взаимодействия программных компонент

В ходе проведения тестирования и экспериментов использовалось 5 компьютеров разных мощностей под управлением Windows 10, один из которых является сервером, остальные – клиенты. Для нагрузки использовалась рекурсивная реализация нахождения члена последовательности Фибоначчи ввиду простоты реализации и легкого контролирования сложности задачи заданием номера члена.

Заключение. В ходе эксперимента было установлено, что разработанный программный комплекс справляется с поставленной задачей и при стабильной работе всех участков повышает производительность вычислительной сети. Однако в ходе эксплуатации обнаружилось, что возникают случаи несвоевременности подачи данных о текущей нагрузке от клиентов, по причине чего очередная задача может быть распределена с учетом устаревших данных.

Данный проект может применяться в различных системах распределенного выполнения задач, таких как обработка серверных запросов, компьютерные вычисления, создание сложных математических моделей. Кроме того, проектное решение может использоваться для проверки производительности различных алгоритмов балансировки.

Список использованных источников:

1. High Availability [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.linuxvirtualserver.org/HighAvailability.html>
2. Dynamic Load Balancing and Scheduling [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://web.archive.org/web/20051103023103/http://www.wcs.uni-paderborn.de/cs/ag-monien/RESEARCH/LOADBAL/>
3. Программная спецификация протоколов коммуникаций [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://rfc.com.ru/>
4. psapi.h header [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/psapi/>
5. Using the PDH Functions to Consume Counter Data [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/perfctrs/using-the-pdh-functions-to-consume-counter-data>

UDC 004.45+004.75

MONITORING OF COMPUTER NETWORK RESOURCES

Severin K.M.

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

Paramonov A.I. – PhD in Computer Science

Annotation. An analysis of the efficiency of load distribution problem in a computer network is carried out. Balancing algorithms are considered. A load balancing algorithm modification based on information about the current workload of computing nodes is proposed. Software and algorithmic solution for monitoring the resources of available nodes is proposed. The architecture of the software package and software implementation features are described.

Keywords. Monitoring, computer resources, network resources, computer network, server, load distribution, algorithm, balancing, performance counters, performance data helpers, software, stress test, Round Robin, Windows, Win32 API, C++11.

УДК [004.89:004.85:004.421:004.58]+519.688

АДАПТИВНЫЙ ПОСК ПО ЛОГИЧЕСКИМ ВЫРАЖЕНИЯМ В ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ

Шерстнев А.С., студент GeekBrains¹,
Савенко А.Г., старший преподаватель кафедры ИСиТ²

ООО «АйтиРексГрупп Бел»¹,
Институт информационных технологий Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники²,
г. Минск, Республика Беларусь

Савенко А.Г. – магистр техн. наук

Аннотация. В работе представлены исследования моделей и алгоритмов поиска информации в информационно-поисковых системах. Проведен анализ существующих проблем и подходов к поиску информации. Разработаны и описаны: модель организации данных, модель подготовки и обработки данных, алгоритм токенизации данных информационной системы, адаптивный поисковый алгоритм по запросу, состоящему из логических выражений. Проведен анализ эффективности предложенных моделей и алгоритмов. Разработана информационно-поисковая система.

Ключевые слова. Адаптивный поиск, поисковые алгоритмы, модель организации данных, графовая база данных, поисковый запрос, логические выражения, релевантность, машинное обучение, информационные системы.

Введение. Поиск информации является важной задачей практически любой автоматизированной системы, связанной с обработкой текстовой информации. В настоящее время уже существует множество методов поиска, систематизированных следующим образом: методы на основе ключевых слов; методы на основе метрик (Дамерау, Левенштейна, Жаккара и др.); ассоциативные методы (фильтр Блюма и методы нечеткого хеширования Корнблума и Чарикара); методы последовательного поиска (Бойера-Мура); поисковые деревья и др.

Критериями качества поиска в информационно-поисковых системах (ИПС) могут являться точность, полнота поиска, выпадение и F-мера, а также быстрдействие поисковых алгоритмов. К сожалению, понятие степени соответствия результатов поиска и их полнота, т.е. релевантность, является субъективным понятием, и зависит от конкретного человека, оценивающего полученные результаты. Также следует отметить, что дополнительным критерием, влияющим на качество и эффективность работы поисковых алгоритмов, является гибкость и удобство формулирования поискового запроса. Если для оптимизации существующих алгоритмов поиска в основном используются различного рода упорядочивание данных (от сортировки данных, до сложных индексирующих систем), то для задания критериев самого поиска, практически нет никаких рекомендаций или оптимизаций. В основном гибкость формирования поисковых запросов определяется неточным совпадением символов или последовательностей символов при поиске подстроки в строке [1, 2]. Кроме того, следует отметить, что различные поисковые алгоритмы по-разному воспринимают пробел (как разделитель между ключевыми словами): некоторые заменяют его логическим оператором «И», некоторые – логическим оператором «ИЛИ», другие же вовсе не используют логических операторов [3].

Поисковые алгоритмы использующие логические операторы (AND – логическое умножение, OR – логическое сложение, NOT – логическое отрицание) и их комбинации относятся к булевой модели поиска. Такая модель формирования поискового запроса позволяет получать более точные и, соответственно, релевантные результаты. Однако булева модель также имеет и ряд недостатков [3]. Основными недостатками существующих ИПС является их проприетарность и невозможность изменения поведения поиска под конкретную предметную область, ограниченность по возможностям использования логических операторов и описанные выше недостатки булевой модели поиска.

Основная часть. С точки зрения информационной модели ИПС, необходимо реализовать сложный поиск на основе логических выражений. В данном случае целесообразно хранить данные информационной системы в виде связей между сущностями, при комбинировании которых можно добиться нужного критерия поиска. Сами сущности должны описываться как можно меньшим объемом информации для того, чтобы обеспечивать меньшую гранулярность и, следовательно, предоставлять более точные результаты. Связи должны быть односторонними и направленными, а их количество должно быть минимальным.

Пользователь ИПС может не обладать необходимыми компетенциями для формирования точного поискового запроса и понимания предметной области запроса. Отсюда возникает необходимость реализации адаптивного поиска, с той точки зрения, что модель организации данных должна «обучаться» и накапливать также данные, отсутствующие в ИПС, но необходимые для получения релевантного результата. Модель организации данных ИПС целесообразно реализовать в виде графа с послойной организацией данных.

Пример такой организации данных в разрезе одного поискового документа представлен на рисунке 1.

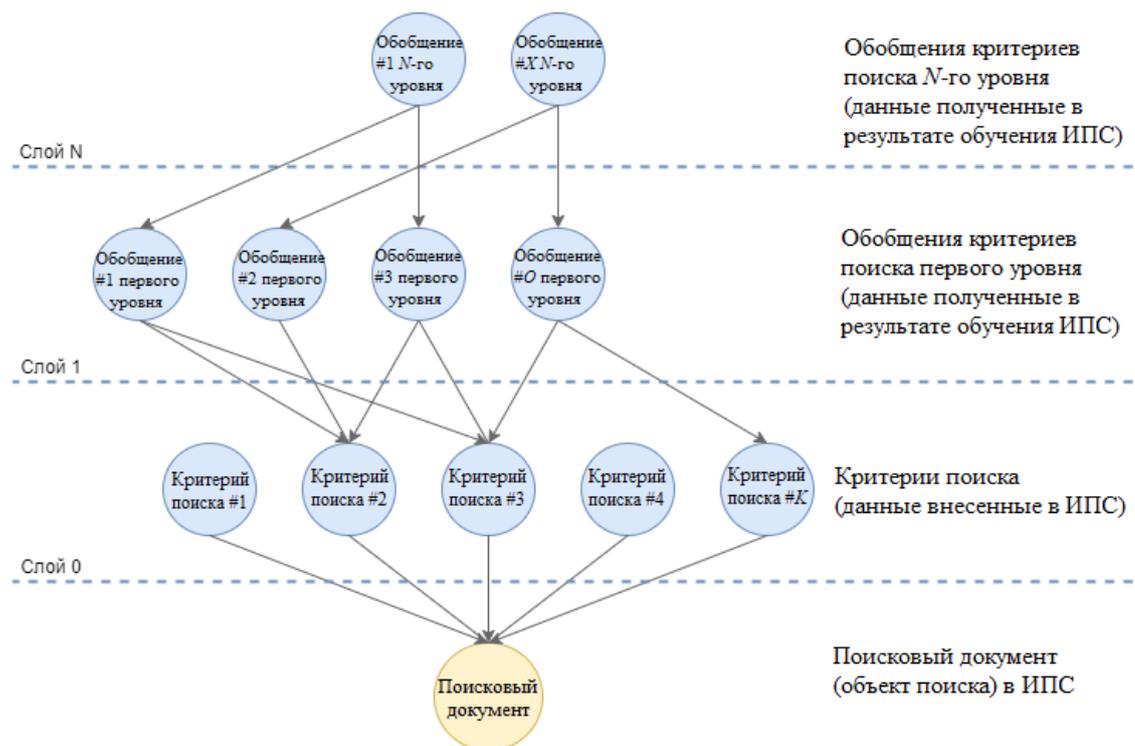


Рисунок 1 – Пример графовой модели организации данных в разрезе одного поискового документа

Как видно из рисунка 1 на самом нижем уровне находится узел с информацией о поисковом документе. Данный узел связан с узлами критериев поиска односторонней связью. В свою очередь узлы критериев связаны со следующим слоем обобщений данных в более широкие группы понятий. Данное обобщение позволит алгоритму поиска находить документы по более широким понятиям их критериев. Так же на одном условном слое связи между узлами запрещены, чтобы предотвратить цикличность при поиске. Таким образом, послойность организации данных и направление связей между слоями, отсутствие связей между узлами одного слоя предотвращают пересечение лишних поисковых документов и при использовании слоев обобщений позволяют сделать поиск адаптивным, а результаты релевантными. Поиск осуществляется в направлении от верхнего слоя (N) к нижнему, а результаты поиска также будут содержать информацию одного верхнего слоя (нулевого).

Рассмотрим пример использования предложенной модели в информационно-поисковой системе библиотеки. Поисковым документом может являться книга с определённым названием. Тогда критериями поиска могут быть фамилия автора, год издания, издательство, количество страниц и т. д. Эти данные изначально заносятся и хранятся в базе данных. Обобщениями, полученными при обучении информационно-поисковой системы, например, для такого критерия как год издания могут быть следующие: обобщение первого уровня – «период второй мировой войны», обобщением второго уровня – «советский период» и т. д. Таким образом, не зная определенного года издания, но зная, что книга написана автором в советском союзе или во время второй мировой войны в результате запроса «Купала AND советский период» мы получим релевантные результаты поиска.

Помимо задачи непосредственно поиска данных, первостепенным является их подготовка, обработка и загрузка в графовую базу данных. Входными данными будут поисковые документы и список критериев их поиска. Они должны быть максимально конкретными для того, чтобы алгоритму обучения базы данных (формирования обобщений критериев поиска) было проще выявить нужные обобщения и классы, к которым данные критерии относятся. Выходными данными являются сами критерии поиска, а также список обобщений, к которым данные критерии относятся. Для формирования таких выходных данных, на первом этапе необходимо дополнить каждый входной критерий каким-либо его определением или характеристикой на естественном языке. На втором этапе полученное из стороннего источника данных описание на естественном языке необходимо разбить на отдельные части и выбрать из них ключевые лексемы (токенизировать).

Для машинного обучения базы данных информационно-поисковой системы можно использовать библиотеку обработки естественных текстов NLTK [4]. Базовая модель подготовки данных для ИПС представлена на рисунке 2.

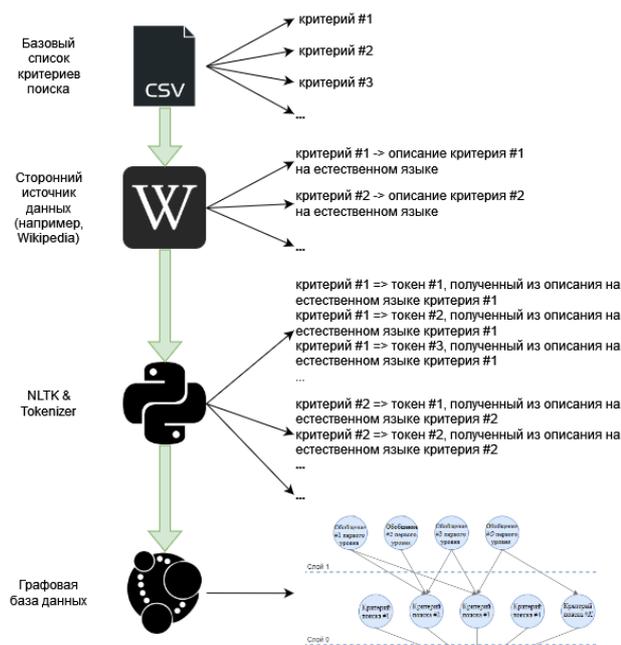


Рисунок 2 – Базовая модель подготовки данных для ИПС

Для получения токенов (ключевых лексем) из описания критериев поиска на естественном языке и связанных с каждым критерием поиска необходимо выполнить следующую последовательность действий (алгоритм токенизации данных):

- шаг 1. Входящее описание разбивается на именные группы (словосочетания). Выбираются словосочетания, в которых имя существительное является вершиной, то есть главным словом, определяющим характеристику всей составляющей;
- шаг 2. Выполнить цикл по всем получившимся именной группам и каждую разбить на слова;
- шаг 3. Из полученных слов исключить все «стоп-слова», все знаки пунктуации;
- шаг 4. На заключительном шаге формируется очищенная именная группа, которая и попадет в базу данных как одно из обобщений.

Поисковый запрос может включать в себя основные логические операции, такие, как И, ИЛИ, НЕ, а также операцию группировки с приоритетом. Процесс поиска представляет собой обход графа.

Однако, прежде чем делать обход по графу необходимо преобразовать входящее выражение в дизъюнктивную нормальную форму (ДНФ). В качестве логических литералов выступают критерии поиска. ДНФ позволит преобразовать любое входящее логическое выражение в вид дизъюнкции конъюнкций литералов, что позволит произвести минимизацию логического выражения и ускорить алгоритм поиска (за счет уменьшения количества логических литералов) и даст возможность разбить алгоритм на три этапа:

- преобразование исходного выражения в ДНФ. Для этого необходимо закодировать критерии поиска в логический литерал (например, (критерий 1 \wedge критерий 2) \vee (критерий 3 \wedge критерий 2));
- поиск всех документов, которые должны обладать несколькими критериями одновременно, при этом если критерии находятся на более высоком уровне агрегации, то вначале необходимо найти все критерии на самом низком слое связанные с текущим. То есть выполняется цикл по всем конъюнктивным группам и формирование запросов для обхода графа с учетом включения всех критериев поиска;
- объединение всех результатов предыдущего этапа и удаление встречающихся дубликатов [5].

Алгоритм ранжирования результатов поиска. Для решения проблемы ранжирования результатов поискового запроса предлагается использовать алгоритм подсказок, который предоставит пользователю дополнительную информацию (основываясь на полученных результатах поиска) для ранжирования после первой итерации поиска. Это позволит пользователю при последующем уточнении поискового запроса использовать уже полученную информацию, например выбрать чаще встречающиеся в результате критерии поиска и таким образом получить результат в некотором ранжированном виде.

Для реализации данной идеи в предложенной модели после каждого поискового запроса можно формировать список «подсказок», сформированный из узлов непосредственно связанных с узлами результатов поиска. После чего выполнить подсчет количества каждого из узлов и уже выдать результат пользователю в ранжированном виде.

Предложенный механизм «подсказок» был проверен в ходе эксплуатации на примере ИПС предприятия, реализующей поиск сотрудников по их компетенциям. В результате работы при

поисковом запросе, имеющем вид «language AND database», будут получены два сотрудника, как и ожидалось – на рисунке 3 изображены желтыми кругами. Далее алгоритм выберет все компетенции, которые связаны с сотрудниками – на рисунке 3 изображены зелеными кругами.

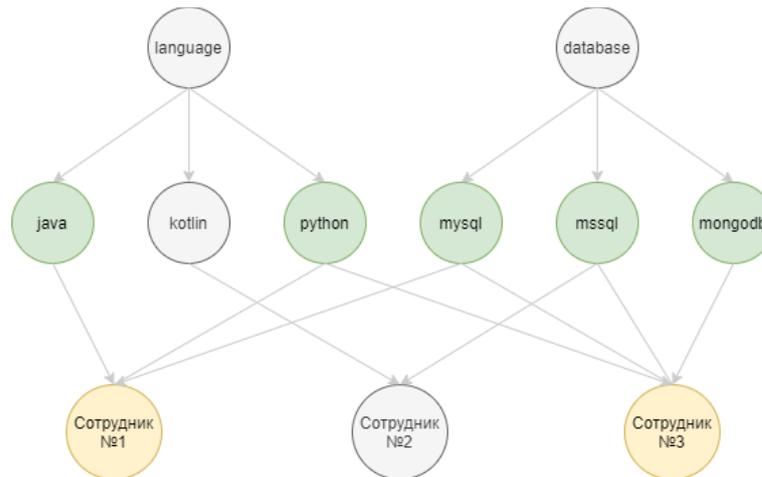


Рисунок 3 – Пример графа результатов поиска

Далее после подсчета количества всех компетенций (критериев поиска) алгоритм выдаст результаты подсчета вершин критериев поиска. Затем любую из этих вершин (компетенций), предложенную как подсказку, пользователь может использовать для уточнения поискового запроса и соответственно ранжирования искомых сотрудников.

Заключение. Благодаря предложенной модели ранжирование результатов можно осуществлять даже с учетом значимости критериев поиска, явно не заданных в поисковом запросе.

Важной задачей при разработке модели адаптивного поиска является ее быстроедействие, т. к. необходимо обрабатывать большой объем данных за приемлемое время ожидания пользователя. Для оценки предложенных моделей был произведен анализ быстрогодействия, давший приемлемые результаты при числе слоев до тридцати [6].

Список использованных источников:

- 1 Зуенко А.А. Поисковые запросы на основе операций с логическими векторами / А. А. Зуенко, А. А. Алмаатов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2013. – Выпуск № 5 (18). – с.119-124.
- 2 Шоркин, А. П. Методы и алгоритмы информационного поиска на неточное соответствие / А. П. Шоркин // Доклады БГУИР. - 2011. - № 2 (56). - С. 13 - 15.
- 3 Касекеева, А. Б. Исследование методов информационного поиска / А. Б. Касекеева // BIG DATA and Advanced Analytics : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. Ч.1 / БГУИР; редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 324 – 330.
- 4 Документация по библиотеке NLTK [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nltk.org>.
- 5 Savenko, A. G. Model and algorithm for adaptive search by logical expressions / Savenko A. G., Sherstnev A. S. // Информационные технологии и системы 2021 = Information Technologies and Systems 2021: материалы международной научной конференции, Минск, 24 ноября 2021 г. / БГУИР; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2021. – С. 109–110.
- 6 Савенко, А. Г. Модели и алгоритмы для адаптивного поиска в информационно-поисковых системах / Савенко А. Г., Шерстнев А. С. // Веснік сувязі. – 2022. – №1. – С. 47–53.

UDC [004.89:004.85:004.421:004.58]+519.688

SEARCH BY LOGICAL EXPRESSIONS IN INFORMATION SEARCH SYSTEMS

Sherstnev A.S.¹, Savenko A.G.²

ITRex Group Bel LLC¹,

Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics²,
Minsk, Republic of Belarus

Savenko A.G. – Senior Lecturer, Master of Engineering Sciences

Annotation. The paper presents studies of models and algorithms for information retrieval in information retrieval systems, an analysis of existing problems and approaches to information retrieval is carried out. As a result of the study, a data organization model, a data preparation and processing model, an information system data tokenization algorithm, an adaptive search algorithm for a query consisting of logical expressions were created, an analysis of the effectiveness of the developed models and algorithms was carried out, an information retrieval system (web application) was developed. with embedded models and algorithms.

Keywords. Adaptive search, search algorithms, data organization model, graph database, search query, logical expressions, relevance, machine learning, information systems.

УДК 629.33(075.8)

СИСТЕМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Штуро С.А. студент гр. 881971

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

Стешенко П.П., канд. техн. наук.

Аннотация. В работе приведен анализ существующих методов виброакустической диагностики двигателей внутреннего сгорания. Приводится описание ряда систем для вибродиагностики механических устройств. Предложено разработанное устройство виброакустической диагностики двигателей.

Ключевые слова. Виброакустика. Диагностика. Двигатель. Датчики. Структурная схема. Печатная плата модуля.

Введение. Одним из основных актуальных направлений в области эксплуатации автотранспорта на сегодняшний момент является задача повышения надежности подвижного состава путем комплексной оценки состояния узлов на основе временного сбора диагностических параметров. Одним из перспективных методов технической диагностики является метод виброакустической диагностики, который позволяет при соответствующей регистрирующей аппаратуре обнаруживать развитие дефектов машин и механизмов на раннем этапе. Наиболее ответственным узлом транспортных средств является двигатель.

Виброакустическая диагностика – раздел технической диагностики, включающий теорию и методы организации процессов распознавания технических состояний машин и механизмов по исходной информации.

Виброакустическим сигналом обобщенно называют физические величины, характеризующие механические колебания (вибрационные, акустические, гидроакустические), сопровождающие функционирование технического объекта. При этом характеристики исследуемого сигнала, содержащие информацию о параметрах технического состояния объекта, принято называть диагностическими признаками состояния. Подсистема измерения предоставляет информацию о состоянии объекта в режиме функционирования, содержащуюся в виброакустическом сигнале. Она содержит первичные преобразователи виброакустических процессов в их электрические эквиваленты, усилители, нормализаторы, фильтры. Состав блока съема первичной информации включает многоканальные цифровые регистраторы, предназначенные для долговременного хранения информации в целях последующей оценки тенденции изменения технического состояния. Принятые сигналы с датчиков синхронно записываются во временном режиме в виде амплитудно-частотного спектра с последующей архивацией и дальнейшей детальной проработкой сигналов. Дальнейший анализ полученных сигналов возможен с использованием различных специализированных экспертных программ.

Основная часть. Существующие методы вибродиагностики заключаются в определении общего уровня механических колебаний, анализе спектров вибраций (анализ как самого спектра, так и его изменения во времени), волн колебаний, фазовых углов колебаний, спектров огибающей высокочастотной вибрации и др. Совокупный анализ этих параметров и сравнение с базовыми характеристиками, полученными экспериментально или на основе теоретических исследований, не только позволяет прогнозировать состояние узла, но и указывает на тип имеющейся неисправности [1].

Основные методы виброакустической диагностики:

1. Метод пик-фактора. Физическая основа метода проста - проводится сравнение общего уровня (обычно - среднеквадратичного значения сигнала (СКЗ)) вибросигнала со значением амплитуд выбросов (пиков).

2. Метод сравнения мощности сигнала в частотных диапазонах. Идея данного метода достаточно проста и заключается в том, что, выбрав необходимые диапазоны частот, нужно просто сравнить мощность сигнала, полученные с помощью пьезоакселерометра при текущем измерении с заданным уровнем мощности для заведомо исправного элемента устройства.

Практика мониторинга и анализа вибраций электродвигателей, насосов, компрессоров, мультипликаторов, редукторов и другого динамического оборудования показывает, что спектральный состав в низкочастотной области (ниже 1000 Гц, а иногда и до 3-5 кГц) может быть насыщен высокоуровневыми составляющими, не связанными с состоянием элемента устройства. Обеспечить диапазон измерений свыше 10 кГц, а чаще всего и выше 3-5 кГц, на реальном объекте практически затруднено. Следовательно, метод может быть применен только там, где на контролируемых элементах проведена соответствующая, достаточно тщательная подготовка мест установки вибродатчиков.

3. Метод диагностирования по спектру виброскорости. В этом методе предполагается использовать для диагностирования дефектов «обычные» спектры виброскорости.

Существует ряд систем для вибродиагностики механических устройств.

Система CTD-2160 непрерывно (с интервалом не более 0,5 с) собирает и обрабатывает по 16 каналом. Из модуля CTD-2160 через RS-485 интерфейс вся информация о состоянии оборудования передается на компьютер или в АСУ ТП для последующей обработки.

Основные преимущества системы на базе модуля CTD-2160:

- в отличие от классических одноканальных виброключей со встроенными датчиками вибрации, использование многоканального модуля CTD-2060 позволяет контролировать вибрацию именно в том месте, где это необходимо, так как виброакселерометры (IEPE или зарядовые) могут быть установлены практически в любом месте, максимально близко к источнику сигнала;

- система имеет встроенную аппаратно-программную защиту от сбоев питания (сохранение данных и конфигурации при нарушении питания);

- широкий рабочий температурный диапазон (от -40 до +50 °С).

Основные недостатки системы на базе модуля CTD-2160 отсутствие встроенного дисплея;

- отсутствие встроенного дисплея

- отсутствие беспроводного интерфейса передачи данных;

- прикладное программное обеспечение поставляется отдельно.

Далее приводится описание комплекса «Магистраль» (ЗАО «Техтранс-Д», г. Санкт-Петербург) [5]. Он предназначен для автоматического диагностирования и прогнозирования технического состояния дизельных двигателей. Технические средства комплекса «Магистраль» организованы таким образом, чтобы максимально облегчить и упростить технологический процесс обследования дизеля, в том числе сократить длительность этого процесса.

Основным средством измерений вибрации являются виброметры с комплектом датчиков вибрации. Ниже рассмотрен виброметр CM-21 [6]. Преимущества CM-21 заключаются в том, что, данные приборы очень хорошо конкурируют с более дорогими приборами и они отлично подходят для ежедневной проверки технического состояния оборудования. Виброметр прост и легок в применении, имеет малые габариты. Удобный интерфейс прибора позволяет использовать его даже пользователям, не имеющим специальной подготовки.

Портативный малогабаритный виброметр ВК-5М [3] предназначен для измерения виброускорения, виброскорости и размаха виброперемещения, и позволяет проводить экспресс-оценку уровня вибрации любого работающего промышленного агрегата. Измеряет истинное среднеквадратическое значение виброскорости, размах виброперемещения,

Разработанное устройство представляет собой переносной диагностический комплекс для предварительной оценки состояния механизмов двигателей внутреннего сгорания по параметрам виброакустического сигнала. Устройство состоит из комплекта датчиков вибрации (4- канала), датчика частоты вращения, датчика температуры, датчика детонации, блока обработки и регистрации сигналов на 32-разрядном микроконтроллере и ПК (ноутбук), который подключается к блоку обработки и регистрации сигналов через интерфейс USB.

На основе серийных датчиков вибрации ДН-3 (предназначены для преобразования механических колебаний в электрические сигналы, пропорциональные ускорению колеблющегося объекта), датчика оборотов, индукционного датчика топливопровода высокого давления и звуковой карты. Для записи и обработки сигналов на начальном этапе взята за основу профессиональная программа Sound Forge, которая предназначена для записи результатов измерения и работы со звуками. Принятые сигналы с датчиков синхронно записываются во временном режиме в виде амплитудно-частотного спектра с последующей архивацией и дальнейшей детальной проработкой сигналов.

Дальнейший анализ сигналов возможен с использованием различных специализированных экспертных программ. Результаты исследований сигналов с ДВС с использованием данного устройства представлены в виде спектра сигналов в режиме реального времени (рисунок 1).

Система выполняет непрерывную регистрацию параметров вибрации по 4 контрольным точкам ДВС. Для полного анализа состояния двигателя выполняется измерение и регистрация температуры и частоты оборотов, контроль детонации. Данные сохраняются на встроенной SD карте памяти измерительного блока и могут быть считаны для последующей обработки на ПК через USB-порт.

Для экспресс-анализа в измерительном блоке предусматривается ЖК-дисплей для вывода мгновенных значений контролируемых параметров.

Структурная электрическая схема устройства представлена на рисунке 2.

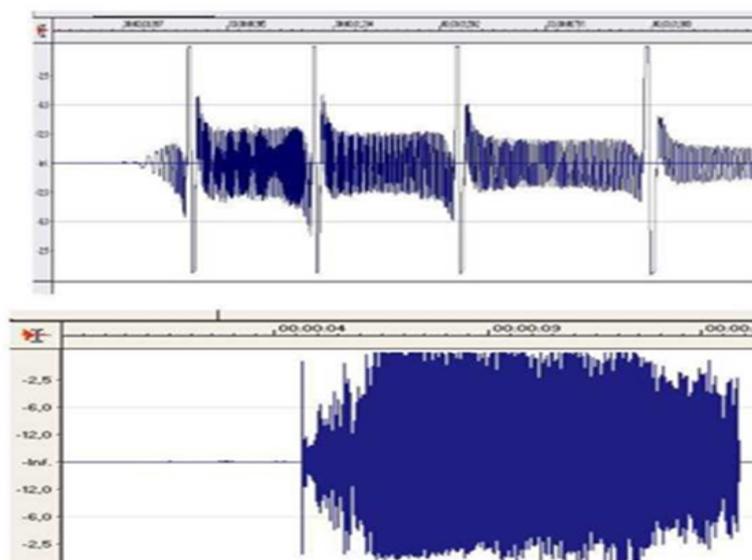


Рисунок 1 – Виды спектров сигналов вибродиагностики

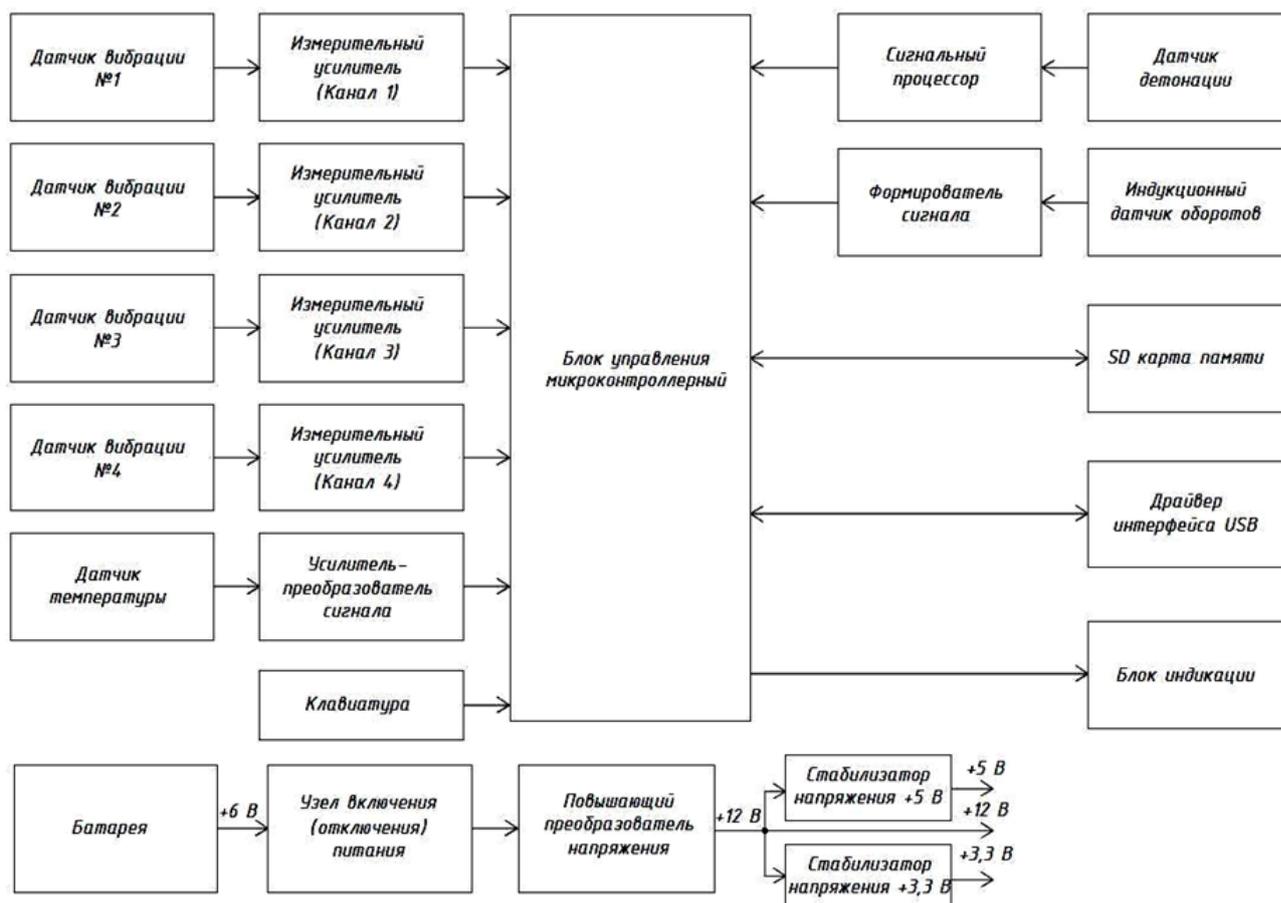


Рисунок 2 – Структурная электрическая схема устройства диагностирования двигателей

Для данной разработки выбран микроконтроллер STM32F103C8T6.

В качестве датчиков вибрации 1– 4 выбраны ДН-3-М.

Измерительный канал вибрации построен на базе двух операционных усилителей (ОУ).

Первый ОУ - входной согласующий усилитель, второй ОУ - интегрирующий усилитель. Для этих целей выбраны микросхемы TLV2472 (два ОУ в одном корпусе). Сигнальный процессор HIP9010 [3], предназначен для обнаружения момента, предшествующего моменту детонации в автомобильном двигателе. Работает с датчиком детонации BM1. Для доступа к ИМС используется SPI- шина (MOSI).

В качестве датчика детонации выбран BOSCH 0261231168. Для усиления и преобразования сигнала с датчика температуры TE1 (термопара тип К) используется микросхема AD8495 (DA5).

Алгоритм описывает последовательность выполнения операций в зависимости от действий пользователя и взаимодействия периферийных устройств с микроконтроллером. Алгоритм реализуется в программе микроконтроллера.

Разработанное устройство выполнено на печатной плате, которая крепится на стойках к задней стенке корпуса.

На лицевой панели корпуса устанавливается дисплей.

Для разработки печатного узла использовались САПР Proteus 8.10 и AutoCAD 2019.

Внешний вид модуля печатной платы представлен на рисунке 3.

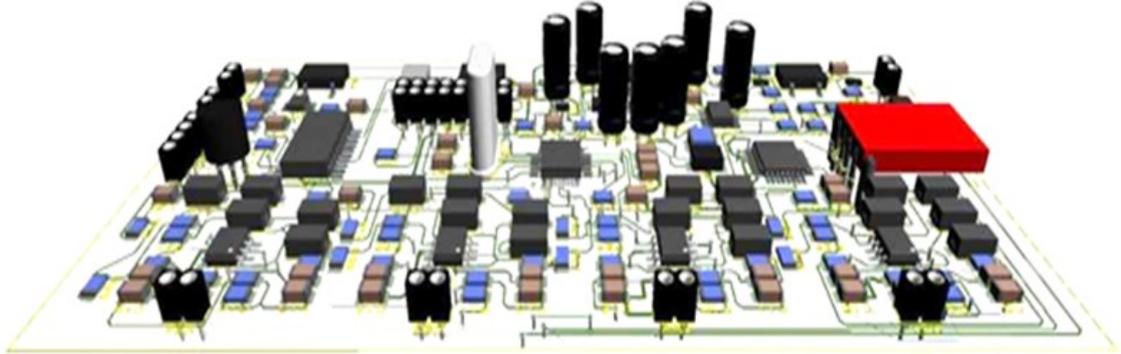


Рисунок 3 – Внешний вид модуля печатной платы

Заключение. Применение унифицированных материалов в конструкции, ограничение номенклатуры применяемых деталей позволило уменьшить себестоимость разрабатываемого изделия, улучшить производственную и эксплуатационную технологичность. По результатам технико-экономического обоснования производство системы является эффективным.

К достоинствам разработанного устройства следует отнести низкую трудоемкость метода виброакустической диагностики при её использовании и мобильность. Система работает с датчиками серийного производства и построена на доступных электронных компонентах. Применение данного устройства и системы позволяют выполнять более углубленную и качественную диагностику различных механизмов ДВС с применением прикладных экспертных программ.

Список использованных источников:

1. Контроль технического состояния мобильных машин по вибрационным параметрам [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://scienceeducation.ru/ru/article/view?id=9337>
2. Измеритель вибрации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://edrid.ru/en/rid/216.013.1242.html?page=7>
3. Сигнальный процессор обнаружения детонации в двигателе внутреннего сгорания HIP9010AB [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://kit-e.ru/dsp/signalnyj-procressor-obnaruzheniya-detonaczii-v-dvigatele-vnutrennego-sgoraniya-hip9010ab/>

UDC 629.33(075.8)

SYSTEM OF VIBRO-ACOUSTIC DIAGNOSIS OF ENGINES

Shturo S.A. student gr. 881971

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

Steshenko P.P. – PhD in Technical Sciences, associate professor

Annotation. The paper presents an analysis of the existing methods of vibroacoustic diagnostics of internal combustion engines. The description of some systems for vibration diagnostics of mechanical devices is given. The developed device for engines vibroacoustic diagnostics is proposed.

Keywords. Vibroacoustics. Diagnostics. Engine. Sensors. Structural scheme. Module

УДК 621.313

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Якунович А.А., студент гр. 881971

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

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В статье приведены результаты, полученные в процессе создания автоматизированного стенда для проведения испытаний асинхронных электродвигателей. Разработанный стенд позволяет своевременно обнаруживать изменения в номинальных значениях параметров двигателей и предупредить появление дефектов. Автором доклада выполнено схемотехническое проектирование стенда, разработаны алгоритм и программное обеспечение его функционирования, а также конструкция печатного узла блока управления, с применением современной САПР.

Ключевые слова: автоматизированный стенд, испытания асинхронных электродвигателей, номинальные значения параметров двигателей, дефекты электродвигателей, схемотехническое проектирование, разработка алгоритма и программного обеспечения, конструкторское проектирование.

Введение. Электродвигатели играют исключительно важную роль в реализации задач повышения производительности труда в различных отраслях народного хозяйства, автоматизации и комплексной механизации производственных процессов. Около 70% объема вырабатываемой электроэнергии преобразуется в механическую энергию электродвигателями, которые приводят в движение различные станки и механизмы. Широкое внедрение электрического привода во все отрасли промышленного производства и возрастающие требования к статическим и динамическим характеристикам электродвигателей, предъявляют повышенные требования к проверке и контролю их параметров. Всё вышесказанное обуславливает исключительную актуальность разработки автоматизированных устройств для проведения испытаний асинхронных электродвигателей. Создание такого оборудования поможет сотрудникам предприятий своевременно обнаруживать изменения в значениях номинальных параметров двигателей и предупредить появление дефектов. Использование указанных устройств, поможет спрогнозировать сроки выхода из строя двигателей.

Основная часть. Проведение испытаний электрических машин необходимо проводить на всех этапах их жизненного цикла: при проектировании, в процессе производства, а также в процессе эксплуатации. На стадии проектирования проводят испытания макетных и опытных образцов электрических машин для проверки соответствия выходных показателей и характеристик машины требуемым значениям.

Испытания электрических машин на электромашиностроительных заводах представляют собой часть общего технологического процесса. Необходимость повышения производительности труда приводит к усиленной автоматизации производственных процессов. Это в полной мере относится и к испытаниям. Так, почти на всех машиностроительных заводах испытания проводят на конвейерах. В последние годы всё больше испытаний проводится с применением ЭВМ. При этом ЭВМ не только управляет испытаниями, но и позволяет оперативно анализировать результаты испытаний и на этой основе осуществлять управление качеством изготовления электрических машин. Исключительную важность представляют собой периодические испытания электрических машин в процессе эксплуатации [1].

Развитие методов и средств испытаний электрических машин регламентируется государственными стандартами. Одним из основополагающих является ГОСТ 7217-87 [2]. Дальнейшее развитие стандартизации методов испытаний шло по пути разработки методов измерений или испытаний отдельных параметров. Существующие методы диагностики технического состояния асинхронных электродвигателей согласно [2] предполагают осуществлять измерение параметров электродвигателя в различных режимах, в том числе под нагрузкой.

Для измерения параметров электродвигателя под нагрузкой в схему разработанного стенда пришлось включить тормоз, имитирующий заданную нагрузку на двигатель; предусмотреть измерение фазных токов, частоты вращения вала и температуры двигателя. Для этого были использованы: датчики фазных токов, датчик температуры, датчик оборотов. Кроме этого, для измерения нагрузки необходим датчик момента, измеряющий момент двигателя.

Разработанное автором устройство предназначено для считывания и обработки выходных параметров асинхронных электродвигателей с последующей индикацией полученных результатов. Структурная схема автоматизированного стенда для проведения испытаний асинхронных электродвигателей под нагрузкой представлена на рисунке 1.

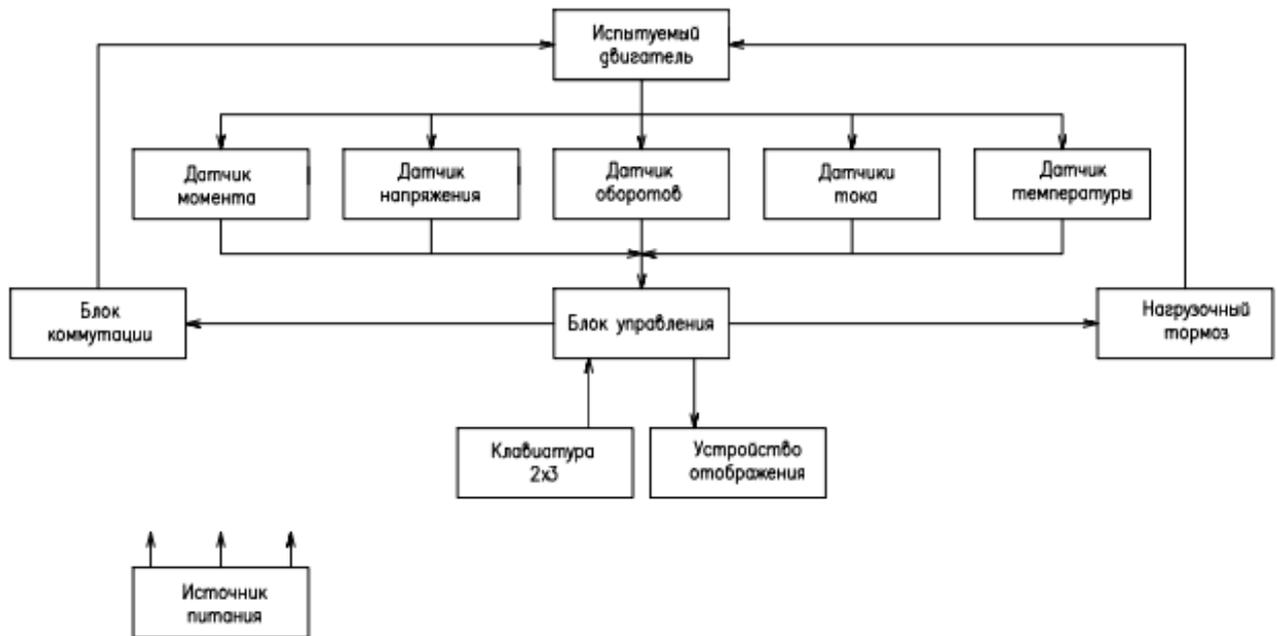


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная устройства

Для измерения таких физических величин как: частота вращения, пусковой момент, сила фазных токов и напряжение, температура испытуемого электродвигателя, с помощью датчиков снимаются нужные показатели и полученные данные отправляются в блок управления. Блок управления снимает и записывает эти данные; далее он сопоставляет полученные данные со значениями, заложенными в программе, и выдает информацию на устройство отображения (дисплей). Блок питания обеспечивает устройство стабилизированным питанием. Устройство торможения обеспечивает требуемую нагрузку на двигатель. Посредством блока коммутации блок управления запускает или останавливает испытуемый двигатель.

Ядром устройства, несомненно, является блок управления на основе микроконтроллера, который выполняет функциональную роль менеджера. Основной блока управления является микроконтроллер. Был выбран микроконтроллер серии ATmega [3], архитектура которого представлена на рисунке 2.

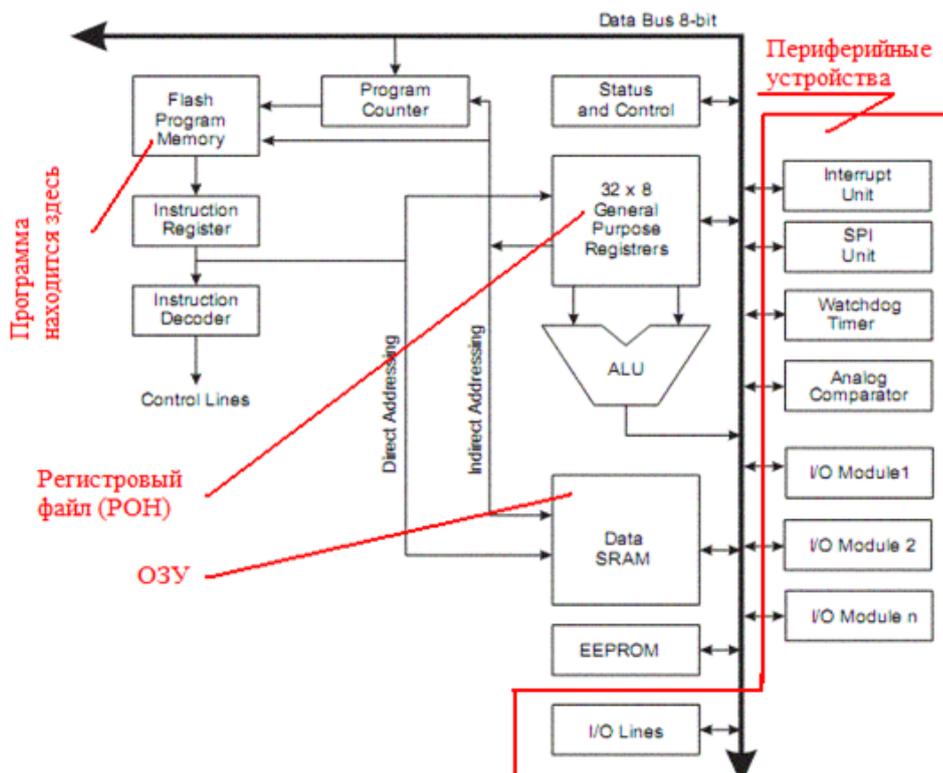


Рисунок 2 – Архитектура микроконтроллера ATmega328

Выбранный тип контроллера пользуется большой популярностью в мире благодаря невысокой цене, стабильности параметров и большому количеству информационных ресурсов [4], которые позволяют освоить его в кратчайшие сроки и с небольшими финансовыми издержками.

Для связи с периферийными устройствами в микроконтроллере используются порты ввода-вывода и необходимые интерфейсы. Для подключения датчика температуры используется интерфейс 1Wire. Для подключения датчиков с аналоговыми сигналами (датчик тока, напряжения, момента и скорости) используем встроенный АЦП и порты ввода-вывода. Клавиатура и дисплей также подключены к портам ввода-вывода.

Переменное сетевое напряжение поступает на блок питания и преобразуется в постоянные питающие напряжения. Блок коммутации осуществляет включения-выключения испытуемого двигателя посредством реле. Для защиты микроконтроллера от всплесков индуктивного напряжения блок коммутации выполнен с использованием оптопары, для осуществления гальванической развязки. Реле непосредственно управляет состоянием испытуемого электродвигателя.

Весьма непросто в процессе проектирования оказался выбор датчика тока. Существует множество методов измерения тока [5,6], однако в промышленности наиболее широко применяются три: на основе использования токового шунта, на основе эффекта Холла и трансформатора тока. Самой простой является схема измерения тока с помощью шунта. При этом измеряется падение напряжения на шунте, после чего рассчитывается значение тока. Основными недостатками здесь являются отсутствие гальванической развязки и низкий КПД.

Указанные недостатки существенно ограничивают использование токовых шунтов. Схемы для измерения тока на основе трансформатора тока, с помощью датчика на эффекте Холла и измерения напряжения с помощью делителя напряжения показаны на рисунке 3.

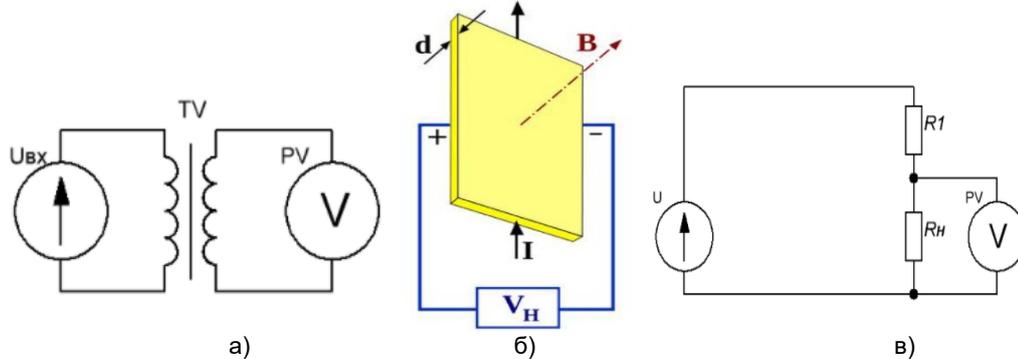


Рисунок 3 – Схемы для измерения тока и напряжения на основе трансформатора тока (а), с помощью датчика на эффекте Холла (б) и делителя напряжения (в)

В результате анализа достоинств и недостатков [6] из датчиков, приведенных на рисунке, для измерения тока был выбран датчик на эффекте Холла - рисунок 3 (б). Наиболее простым методом измерения напряжения является использование делителя напряжения - рисунок 3 (в).

Устройство торможения представляет собой двигатель постоянного тока. Для его управления используется мостовая схема в виде Н-моста и драйвера ключей. Для управления транзисторами используем драйвер управления. Сигналы управления поступают на драйвер из микроконтроллера. Схема разработанного устройства торможения представлена на рисунке 4.

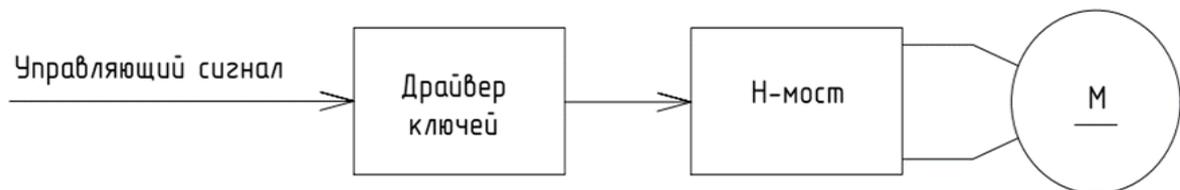


Рисунок 4 – Функциональная схема тормоза

При выборе датчиков ориентировались в первую очередь на использование широко распространенных в настоящее время множество датчиков со встроенным микропроцессором. Обработка измерений непосредственно в самом датчике позволяет улучшить его характеристики. Общая схема таких датчиков [7], показана на рисунке 5.

Сам датчик находится под управлением микропроцессора, это позволяет менять уровни возбуждения так, что переключение диапазонов происходит автоматически. Кроме того, могут отслеживаться температура окружающей среды и другие параметры, а также производится коррекция показаний датчика с использованием аналогового усилителя или данных, сохраненных в памяти. Наиболее ценная возможность, предоставляемая микропроцессорной обработкой – это возможность получения линейного сигнала от нелинейного датчика при помощи таблицы соответствия, хранящейся в памяти. Это позволяет создавать датчики с очень низкой нелинейностью.



Рисунок 5 – Архитектура датчиков со встроенным микропроцессором

Для реализации разработанного автоматизированного стенда была выбрана современная элементная база, и проведён расчёт функциональных узлов. Поэтапно были разработаны алгоритм работы блока управления и программное обеспечение [4] для микроконтроллера. Отличительной особенностью разработки является эффективное использование результатов научных исследований, выполненных по данной проблеме [9], при создании современного стенда для осуществления мониторинга технического состояния асинхронных электродвигателей, а также определения влияющих на это состояние факторов в условиях эксплуатации.

Заключение. Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого блока. В процессе проектирования топологии печатной платы и печатного узла на её основе была использована система автоматизированного проектирования Altium Designer.

Одним из преимуществ созданного автоматизированного стенда является сравнительная простота его настройки и наладки, а также возможность улучшения эксплуатационных характеристик и создания более сложных интеллектуальных систем контроля и испытания электродвигателей.

Список использованных источников:

1. Гольдберг О. Д. Испытания электрических машин. / О.Д. Гольдберг // — Москва: Высшая школа, 2000. — 256 с.
2. Машины электрические вращающиеся. Общие требования. Методы испытаний.: ГОСТ 7217-87. — Введ. 01.01.1988. — Москва: Издательство стандартов, 1986. — 40 с.
3. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega : руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.
4. Языки программирования микроконтроллеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mcscpu.ru/index.php/soft/42-lmcsu/67-programmlang>.
5. Электронные компоненты. Каталог [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.chipdip.by>
6. Свинцов Е.Л. Современные Датчики. Справочник.: справ. пособие / Е.Л. Свинцов, Заболотной Ю.А. Москва.: Техносфера, 2005. — 588с
8. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон// — Москва : Техно-сфера, 2000. — 256 с.
9. Диссертация на тему «Автоматизированная система. контроля технического состояния асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/avtomatizirovannaya-sistema-kontrolya-tekhnicheskogo-sostoyaniya-asinkhronnykh-elektrodvigateli>

UDC 621.313

AUTOMATED TEST BENCH FOR ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS

Yakunovich A.A.

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

Shpak I.I. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Annotation. The article presents the results obtained in the process of creating an automated stand for testing asynchronous electric motors. The developed stand makes it possible to detect changes in the nominal values of engine parameters in a timely manner and prevent the appearance of defects. The author of the report performed circuit design of the stand, developed an algorithm and software for its operation, as well as the design of the printed unit of the control unit, using modern CAD.

Keywords. automated stand, tests of asynchronous electric motors, nominal values of motor parameters, defects of electric motors, circuit design, algorithm and software development, design engineering.

Научное издание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**Сборник статей 58-й научной конференции
аспирантов, магистрантов и студентов
(Минск, 18-22 апреля 2022 года)**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск: А. И. Парамонов

Компьютерная верстка: А. И. Парамонов