

ТРЕБОВАНИЯ

к разделу по эргономике в дипломных проектах специальности ИПОИТ и рекомендации по его выполнению

Раздел по эргономике является обязательной составной частью дипломных проектов по данной специальности. Его содержание зависит от темы проекта.

Эргономическое проектирование системы «человек – компьютер – среда» включает следующие основные этапы:

- 1) Анализ требований технического задания и составление спецификации функций, выполняемых проектируемой системой,
- 2) Распределение функций между человеком (пользователем) и компьютером (техническим звеном), определение структуры системы,
- 3) Разработка алгоритмов работы пользователей системы,
- 4) Разработка эргономических требований к системе,
- 5) Разработка сценариев информационного взаимодействия человека и компьютера (эскизов информационных моделей пользовательского интерфейса), учитывающего эргономические требования п.4.
- 6) Оценка эргономичности разработанного варианта системы.

Ниже приведен ряд рекомендаций по выполнению названных этапов эргономического проектирования

1) Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда» (СЧКС) начинается с анализа требований технического задания, на основе чего составляется спецификация (перечень) функций, которые должна выполнять проектируемая система. При этом название функций в перечне следует записывать либо с использованием глаголов, означающих действия, либо с использованием отглагольных существительных. Например, название некоторой функции может быть сформулировано либо как «Выполнить тренировочную серию», либо как «Выполнение тренировочной серии».

Спецификация функций, выполняемых системой, содержит только их названия, но ничего не говорит об их содержании. Однако практически каждая функция может быть реализована несколькими различными способами. Например, функция ограничения допуска может осуществляться введением пароля, сканированием роговицы глаза, анализом спектрального состава голоса и др. Поэтому следующим этапом эргономического проектирования является определение содержания каждой функции системы, включенной в спецификацию.

Результаты данного этапа могут оформляться в виде таблицы. Содержание выполняемых системой функций должно быть описано конкретно и достаточно подробно. Например, содержание функции «Предъявление справки о программе» может выглядеть следующим образом: «Справка о программе представляет собой текстовое сообщение, содержащее ФИО разработчика и научного руководителя, предъявляемое на дисплее ПК после щелчка левой кнопкой мыши по кнопке «Справка о программе», находящейся на титульной странице программы».

Содержание функций, выполняемых системой, является исходной информацией, необходимой для принятия решения о структуре технической части системы и выбора средств взаимодействия человека и компьютера. Естественно, такая информация имеет характер только первого приближения, она уточняется и детализируется на последующих этапах эргономического проектирования.

2) Следующим этапом эргономического проектирования является распределение функций между человеком и техническими звеньями СЧКС. Распределение функций ме-

жду исполнителями осуществляется разработчиком на основе его концептуального представления о том, что собой будет представлять будущая система «человек – компьютер – среда». При этом конкретная функция закрепляется за тем или иным исполнителем с учетом назначения проектируемой системы и (или) преимущественных возможностей ее выполнения тем или иным компонентом системы. При распределении функций затруднение может вызвать тот факт, что в выполнении многих функций будут участвовать как люди, так и техника (компьютер). Поэтому оформлять результаты распределения функций лучше в виде следующей таблицы:

Таблица – Распределение функций между человеком и компьютером в проектируемой СЧКС

Название функции	Что делает в системе человек	Что выполняет в системе компьютер
1	2	3
1 Предъявление справки о программе (ФИО разработчика и научного руководителя)	Человек нажимает соответствующую кнопку для просмотра справки	ПК выводит на экран монитора диалоговое окно со справкой
2 Ограничение доступа к некоторым функциям, которые должен выполнять только преподаватель	Преподаватель вводит данные для разграничения доступа (пароль)	ПК проверяет правильность пароля и дает разрешение на вход в подсистему «преподаватель-ПК»

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что проектируемая система будет состоять из двух подсистем, а именно, подсистемы «студент – ПК – среда» и подсистемы «преподаватель - ПК – среда».

3) Далее осуществляется проектирование деятельности пользователей, входящих в состав системы. Содержанием данного этапа является разработка алгоритмов работы пользователей. При этом должны быть разработаны алгоритмы работы пользователей для всех возможных режимов функционирования СЧКС.

Разработанные алгоритмы можно оформляться в виде таблиц различной формы, либо в виде графических блок-схем алгоритмов. Графические блок-схемы алгоритмов работы пользователей должны разрабатываться с учетом требований ГОСТ 19.701-90 – ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.

Алгоритмы работы пользователей представляют собой последовательность операций, которые пользователь выполняет, решая ту или иную задачу, с указанием используемых при этом средств информационного взаимодействия (органов управления и средств отображения информации).

Ниже показан пример таблицы, описывающей алгоритм работы пользователя.

Таблица – Алгоритм работы человека в подсистеме «преподаватель – ПК – среда» в режиме создание наборов предъявляемых стимулов

Содержание операции	Обращение к СОИ	Обращение к ОУ
1. Включение ПК	Индикатор на системном блоке	Кнопка включения на системном блоке
2. Включение дисплея	Индикатор включения на дисплее	Кнопка включения дисплея
3. Загрузка программы	Ярлык на экране дисплея	Щелчок мышкой

При этом форма таблицы может быть разной (См. пример ниже).
ПРИМЕР

Таблица 1 – Алгоритм работы человека в режиме «Чтение книги»

№	Выполняемое действие (операция)	Орган управления	Индикация начала действия	Индикация завершения действия
1	Разбудить эл. книгу	Кнопка «Вкл»	Заставка «Спящий режим» на дисплее	Подсветка дисплея и сенсорной панели
2	Открыть библиотеку книг	Кнопка «Библиотека» на сенсорной панели	Подсветка дисплея и сенсорной панели	Меню «Последние документы» на дисплее
3	Просмотр меню «Последние документы»	Кнопка перехода по страницам меню	Меню «Последние документы» на дисплее (начало)	Меню «Последние документы» на дисплее (конец)

Весьма перспективным способом описания и анализа деятельности человека-оператора в СЧМ является использование UML (*Unified Modeling Language* — унифицированный язык моделирования).

UML— язык графического описания, использующий графические обозначения для создания абстрактной модели системы, называемой *UML-моделью*.

UML был создан для определения, визуализации, проектирования и документирования, в основном, программных систем. Его также используют для моделирования бизнес-процессов, системного проектирования и отображения организационных структур

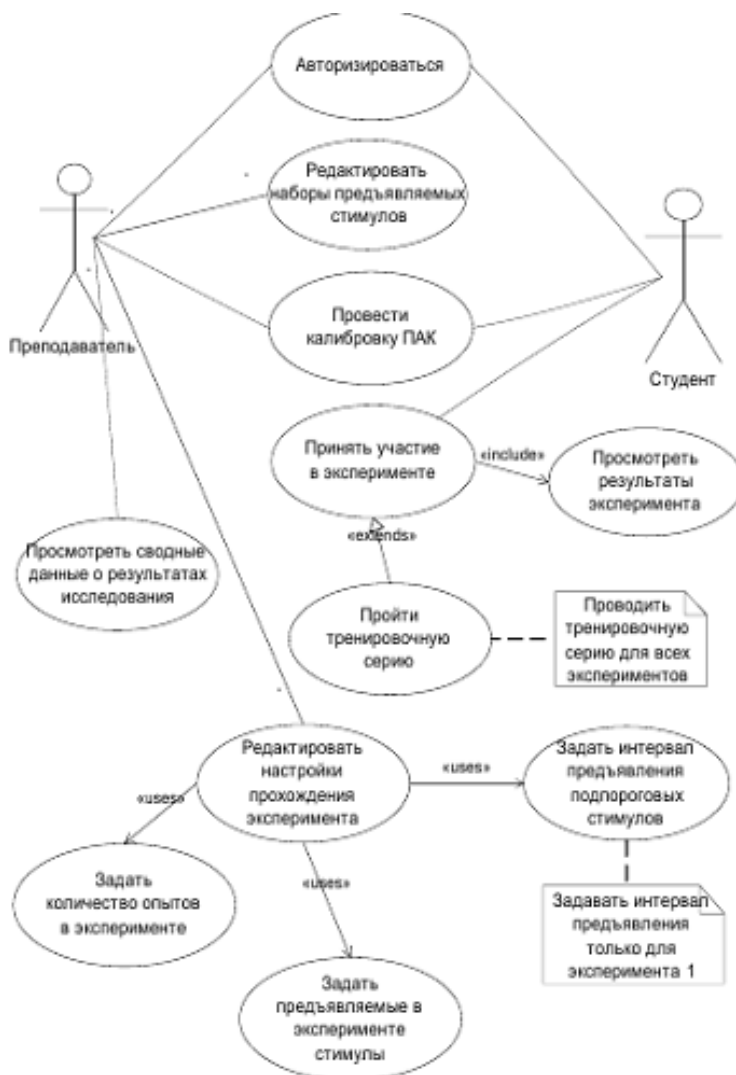


Рисунок 4 – Описание функций пользователей в виде диаграммы вариантов использования

5.6. Подробное описание прецедентов представленной диаграммы приводится в таблицах 5.1 –

Таблица 5.1 – Прецедент «Авторизоваться в системе»

Описание	Студент хочет авторизоваться в системе.
Действующие лица	Студент
Ссылки	
Основной сценарий:	
Предусловия: Студент выбран в качестве испытуемого.	
1	Запустить программу.
2	Выбрать режим работы «Студент».
3	Ввести ФИО.
4	Ввести номер учебной группы.
5	Ввести возраст.
6	Выбрать пол.
7	Нажать кнопку «Войти».
Результат: Авторизация прошла успешно.	
Открывается основное окно программы, в котором авторизованному пользователю доступны функциональности согласно выбранному ранее режиму работы.	
Альтернативный сценарий:	
1	Повторить для режима работы «Преподаватель».
Вместо ввода персональных данных ввести пароль преподавателя в соответствующее поле.	
Исключение:	
1	Введены некорректные данные.
Результат: Сообщение об ошибке с просьбой проверить корректность введенных данных.	
2	Обязательные поля оставлены пустыми.
Результат: Сообщение об ошибке с просьбой проверить правильность данных.	
3	Введен неправильный пароль преподавателя.
Результат: Сообщение об ошибке с просьбой ввести пароль еще раз.	

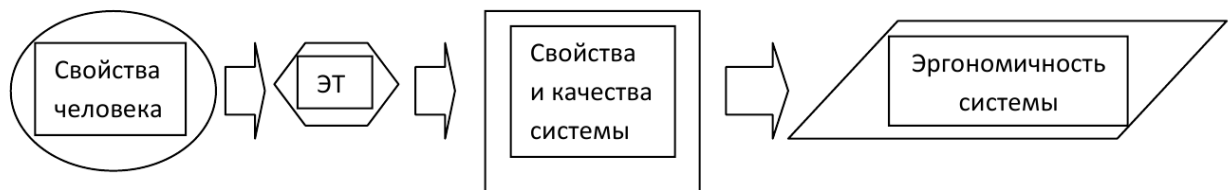
В таблице 5.1 описывается прецедент «Авторизоваться в системе». Данный вариант использования дает общее представление о том, каким образом происходит авторизация в компьютерной системе. Описываются основные шаги и действия пользователей (как студента, так и преподавателя), которые необходимо проделать, чтобы получить доступ к основным функциональным возможностям системы.

4) После разработки проекта деятельности пользователей системы и уточнения структуры и характеристик ее технического звена необходимо провести анализ факторов, определяющих эффективность функционирования СЧКС. Целью данного анализа является установление конкретных факторов, определяющих значения групповых эргономических показателей качества СЧКС, (антропометрического, физиологического, психофизиологического, психологического и гигиенического). Результаты анализа целесообразно представить в виде специальной таблицы.

Следующим этапом является обоснование и разработка эргономических требований к проектируемой СЧТС. Под эргономическими требованиями к СЧТС понимаются требования к СЧТС, ее отдельным подсистемам, оборудованию, рабочей среде, определяемые свойствами человека и устанавливаемые для обеспечения его эффективной и безопасной деятельности.

Эргономические требования должны предъявляться как к свойствам технической системы и к различным ее элементам, так и к человеку как оператору, включенному в эргогатическую систему (СЧТС), создаваемую на основе исходной технической системы.

Сформулировать эти требования и реализовать их не просто, так как свойства человека весьма многочисленны и разнообразны, они характеризуют человека как анатомическую, физиологическую, психофизиологическую и психологическую системы, кроме того, его свойства в данном случае являются первичными.



Под *свойствами человека-оператора* понимают его антропометрические, психофизиологические, физиологические, психологические и гигиенические характеристики и возможности.

Свойства системы определяются структурными, функциональными, энергетическими, информационными взаимодействиями и отношениями составляющих ее элементов.

Эргономические требования формируются на основании экспериментальных исследований и опыта эксплуатации СЧТС, требований эргономических стандартов.

Различают следующие эргономические требования: *общие* и *частные*.

– *общие* относятся к целым группам (классам) СЧТС, носят межотраслевой характер, являются универсальными и могут быть представлены в стандартах, нормативной и справочной литературе;

– *частные* относятся к конкретным системам и обусловлены их назначением и особенностями эксплуатации. Они являются преимущественно отраслевыми, а их конкретная реализация относится к проектируемой СЧТС.

В ряде случаев при конструировании систем, являющихся типовыми, достаточно использовать общие ЭТ, уточняемые на основе прототипов и аналогов.

При конструировании специфических объектов в каждом отдельном случае необходима детализация, уточнение, корректировка общих и частных требований, поиск их оптимальных или рациональных значений исходя из характерных особенностей деятельности человека-оператора, назначения и условий применения (использования) системы, а также компромиссного характера процесса проектирования.

Эргономические требования имеют широкую и разветвленную номенклатуру (ГОСТ 20.39.108-85).

Часть ЭТ поддаются строгому количественному описанию, и их характеристики установлены в нормативных документах. Остальные могут быть представлены описательно, т.е. на качественном уровне.

В зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора различают следующие группы ЭТ:

- *гигиенические,*
- *антропометрические,*
- *физиологические,*
- *психофизиологические,*
- *психологические.*

Гигиенические требования определяют безвредные и безопасные условия жизнедеятельности человека, обуславливают роль среды в СЧТС.

Эти требования составляют на основе санитарно-гигиенических рекомендаций и нормативов к параметрам рабочей среды. Они обеспечивают соблюдение норм микроклимата, шума, ос-

вещности и ограничивают воздействие других вредных и опасных факторов производственной среды на человека-оператора.

Антропометрические требования обусловлены анатомическими, морфологическими и биомеханическими характеристиками и свойствами человека:

- размером, формой и весом человеческого тела и его частей (рук, ног, головы, туловища) в статике и динамике,
- углами поворота рук, ног и туловища,
- амплитудами различных движений,
- траекториями движений и т.п.

Физиологические требования учитывают энергетические возможности организма человека по реализации физических качеств силы, скорости, выносливости движений при эксплуатации техники.

Многие из требований этой группы составлены на основе принципа экономии движений, т. е. их оптимального характера, последовательности, темпа и ритма рабочих движений.

Психофизиологические требования обусловлены возможностями и особенностями органов чувств (сенсорных систем) человека. Они представляют собой значения порогов чувствительности различных анализаторов человека: зрения, слуха, осязания, кожной чувствительности и др., а также учет особенностей различных явлений и эффектов, связанных с функционированием анализаторов человека: синестезии, адаптации, взаимодействия ощущений и др.

Психологические требования определяют соответствие СЧТС и ее элементов психологическим особенностям человека. К ним относятся особенности восприятия, памяти, мышления, психомоторики человека. Психологические требования учитывают возможности человека в его информационном взаимодействии с техникой, определяющие процессы приема и переработки информации, выполнение управляющих действий в СЧТС. Кроме этого, они учитывают влияние характеристик технического звена системы на легкость и быстроту формирования навыков человека, закрепление у него вновь приобретенных навыков, их соответствие существующим стереотипам.

Рассмотренные эргономические требования предъявляют к различным элементам СЧТС:

- 1) рабочим местам операторов,
- 2) пультам управления,
- 3) органам управления и индикации,
- 4) системам отображения и ввода информации,
- 5) эксплуатационной документации.

Таблица– Общие эргономические требования к проектируемой системе

Группа эргономических требований	Номенклатура эргономических требований
Психологические ЭТ	– Соответствие цветов надписей и знаков стереотипам восприятия; – соответствие объемов информации, требующей запоминания, возможностям памяти человека; – отсутствие неоднозначного толкования требований, инструкций и команд; – соответствие компоновки ОУ и СОИ стереотипам восприятия; – соответствие индикации срабатывания ОУ сформированным навыкам, наличие индикации хода выполнения функции; – соответствие количества одновременно предъявляемых сигналов возможностям внимания человека соответствие

	<p>сложности инструкций, времени, отводимому на их усвоение;</p> <ul style="list-style-type: none"> – один и тот же характер команд на протяжении всего периода работы в системе в схожих ситуациях; – наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе обслуживания системы; – наличие подсказок о следующих шагах работы в системе; – наличие предупреждений о нежелательных последствиях некоторых действий <p>соответствие сложности инструкций, времени, отводимому на их усвоение;</p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие возможности проведения тренировочной серии/
Психофизиологические ЭТ	<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие размеров знаков на экране дисплея оперативному порогу зрения человека; – соответствие контраста знаков и фона оптимальным условиям восприятия; – соответствие вида контраста знаков и фона уровню освещенности рабочего места; – соответствие расположения надписей условиям их оптимального считывания; – отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих возможностям органов чувств человека.
Физиологические ЭТ	<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие компоновки ОУ принципам экономии рабочих движений; – соответствие усилий на ОУ силовым возможностям человека; – соответствие требований к скорости движений возможностям человека; – отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека; – отсутствие требований, связанных с освоением системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека
Антропометрические ЭТ	<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие размеров зон управления и обслуживания антропометрическим характеристикам человека – соответствие размеров рабочего стола антропометрическим характеристикам человека; – соответствие размеров рабочего кресла антропометрическим характеристикам человека – соответствие размеров зон обслуживания антропометрическим характеристикам человека.
Социально-психологические ЭТ	<ul style="list-style-type: none"> – Наличие средств ограничения допуска к некоторым функциям пользователям, не имеющим требуемого статуса.
Гигиенические ЭТ	<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие параметров рабочей среды гигиеническим нормативам

С эргономическими требованиями непосредственно связаны *эргономические по-*

казатели, характеризующие степень учета в конструкции технического звена СЧТС или в организации рабочего места человека-оператора тех или иных конкретных эргономических требований. Эргономические требования – это некоторые словесные высказывания(пожелания), представленные в письменной форме, являющиеся по форме абстракциями, а единичные эргономические показатели – это конкретные характеристики системы или ее элементов, которые можно увидеть, потрогать, измерить, т.е. они не абстракции, а реальные материальные сущности. Естественно, что эргономические показатели также могут быть как единичными, так и групповыми.

5) Далее разрабатывается сценарий информационного взаимодействия пользователей и ПК в процессе функционирования создаваемой системы. Сценарий представляет собой структуру диалога пользователей и ПК в процессе функционирования системы на основе графического пользовательского интерфейса. На практике - это эскизы сменяющихся друг друга экранных форм (информационных моделей) пользовательского интерфейса в процессе функционирования системы. При разработке такого сценария принимаются все необходимые решения по вопросам выполнения общих и частных эргономических требований, а именно, вопросы выбора конкретных видов элементов интерфейса, их обозначения, размещения,цветового кодирования и т.д.

Такой сценарий может выглядеть следующим образом:

«Запуск программы осуществляется нажатием значка на рабочем столе, после чего пользователь видит главное окно компьютерной системы (рисунок 1). На информационном поле, кроме общей информации, находятся кнопка изменения размера экрана, кнопка закрытия программы и кнопка перехода на следующую страницу.

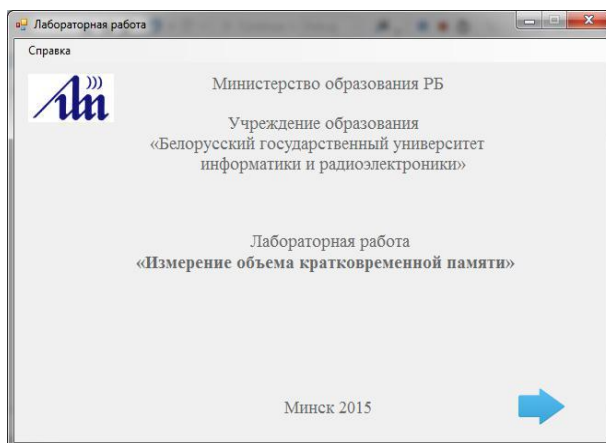


Рисунок 1 – Заставка программы

Следующим шагом является выбор типа пользователя: студент или преподаватель. Если пользователь выбрал режим «Преподаватель», ему необходимо ввести пароль (рисунок 2). Форма для ввода пароля появляется после того, когда выбран режим «Преподаватель»

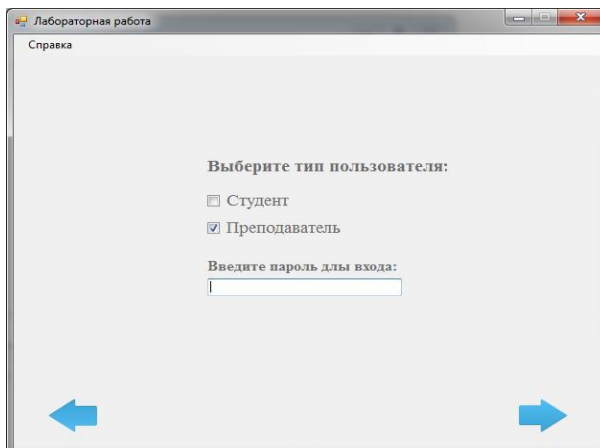


Рисунок 2 – Регистрация преподавателя

Далее преподаватель может выбрать режим работы: создание базы стимулов или просмотр результатов (рисунок 3). Преподаватель имеет возможность создавать, сохранять и редактировать в памяти компьютера базовые массивы, из которых формируются наборы предъявляемых стимулов. Преподаватель так же может редактировать базу, сохраняемых результатов работ студентов (удалять файлы, потерявшие актуальность). В случае выбора режима «Создание базы стимулов», появится форма, представленная на рисунке 4. Преподаватель имеет возможность создать новую базу стимулов для опытов, либо загрузить и редактировать уже имеющуюся.

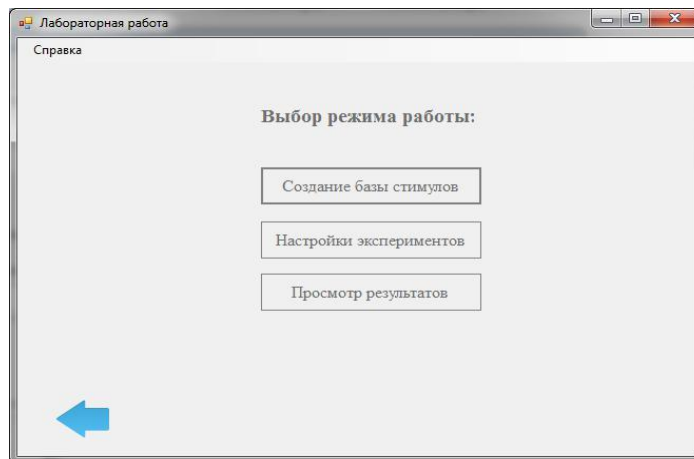


Рисунок 3 – Выбор режима работы преподавателя

б) Эргономическая оценка проектируемой компьютерной системы (пример)

Эргономическая оценка инженерных решений – это комплекс научно-технических и организационно-методических мероприятий по оценке выполнения в проектных документах и в образцах СЧМ эргономических требований технического задания, нормативно-технических и руководящих документов, а также разработка рекомендаций для устранения отступлений от этих требований. Указанная оценка проводится при обосновании выполнения каждого этапа опытно-конструкторской разработки: технического предложения, эскизного проекта, рабочего проекта.

Исходными материалами для эргономической оценки служат техническое задание на разработку систем, техническая документация, показывающая результаты эргономического проектирования, конструкторские документы, образцы системы «человек-машина – среда» и их составные части.

На практике эргономическая оценка представляет собой определение соответствия показателей объекта оценки эргономическим требованиям (ЭТ) и установление эргономического уровня качества оцениваемого объекта, т. е. степени реализации эргономических требований.

Эргономическая оценка может быть комплексной, дифференциальной и смешанной. Комплексный принцип оценки качества заключается в определении уровня качества одним интегральным показателем (эргономичностью), дифференциальный – в определении уровня качества посредством ряда показателей, отражающих важнейшие свойства оцениваемого объекта, прием смешанной оценки качества включает принципы комплексной и дифференциальной оценки. Эргономическая оценка производится на основании номенклатуры эргономических требований и показателей, отношения которых характеризуются определенной иерархической зависимостью.

В этом случае необходимо определить интегральную характеристику степени учета требований «человеческого фактора», т.е. *эргономичность* системы. *Эргономичность* формируется на основе интеграции эргономических свойств и показателей, при этом эргономические характеристики каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических показателей (или свойств) последующего уровня. Логика формирования эргономических показателей и свойств СЧМ имеет следующий вид:



Для оценки степени соответствия характеристик конкретной СЧМ эргономическим требованиям могут применяться экспериментальные, расчётные и экспертный методы.

Экспериментальный метод основан на использовании специальной аппаратуры и методик, позволяющих объективно оценить степень соответствия СЧМ эргономическим требованиям (например, по изменению показателей функционального состояния человека-оператора, по количеству допущенных ошибок и т.п.) Данный метод даёт надёжные результаты, но его реализация связана с трудностями, т.к. требует значительных затрат времени и средств, кроме того необходимо иметь опытный образец технического звена системы.

Расчетный метод позволяет определить значения эргономических показателей качества СЧМ в зависимости от ее параметров на основе использования теоретических или эмпирических зависимостей. На сегодняшний день теоретико-эмпирические зависимости между параметрами СЧМ и эргономическими показателями практически не разработаны, что существенно затрудняет применение данного метода.

Экспертный метод в настоящее время является наиболее распространенным. Его сущность заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа с количественной оценкой суждений и обработкой результатов. При этом достоверность экспертизы зависит от количества экспертов и их квалификации.

Для проведения эргономической оценки пользовательского интерфейса проектируемой системы будем использовать экспертный метод, при этом в качестве эксперта выступает сам автор дипломного проекта.

На основе требований и рекомендаций по учету особенностей человека при проектировании пользовательского интерфейса, содержащихся в нормативной, справочной и научной литературе, составим спецификацию эргономических требований, сгруппировав их по группам. Группы эргономических требований формируем в зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора, соответственно получаем гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические и социально-психологические группы требований.

Общие эргономические требования к проектируемой системе приведены в таблице.6.1.

Таблица 6.1 – Общие эргономические требования к проектируемой системе и соответствующие им единичные эргономические показатели

Группа	Эргономические требования	Единичные эргономические показатели
Психофизиологические	ПФ-1. Соответствие размеров знаков на экране дисплея оперативному порогу зрения человека	Размеры шрифта текста и знаков
	ПФ-2. Соответствие контраста знаков и фона оптимальным условиям восприятия	Величина контраста знаков и фона

	ПФ-3. Соответствие вида контраста знаков и фона уровню освещенности рабочего места	Вид контраста знаков и фона
	ПФ-4. Отображение недоступных пунктов меню хорошо различимым блеклым цветом	Цвет недоступных пунктов меню
	ПФ-5. Соответствие расположения надписей условиям их оптимального считывания	Расположение и ориентация надписей на экране дисплея
	ПФ-6. Использование пролистываемых и раскрывающихся списков в целях экономии экранного пространства	Наличие и типы пролистываемых и раскрывающихся списков
Психо-логические	П-1. Соответствие сложности инструкций, времени, отводимому на их восприятие	Длина инструкции и время ее экспозиции
	П-2. Один и тот же характер команд на протяжении всего периода работы в системе в схожих ситуациях	Тип ОУ и их обозначение
	П-3. Наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе обслуживания системы	Сообщения об ошибочных действиях пользователей
	П-4. Наличие подсказок о следующих шагах работы в системе	Сообщения о следующих действиях пользователей
	П-5. Наличие предупреждений о нежелательных последствиях некоторых действий	Предупреждения о возможных нежелательных действиях
	П-6. Соответствие цветов знаков и надписей сформированным стереотипам восприятия цвета	Цвета знаков, кнопок, надписей
	П-7. Соответствие формы и расположения знаков сформированным стереотипам восприятия	Форма и ориентация знаков
	П-8. Выделение в текстовых инструкциях смысловых фрагментов	Компоновка текста инструкции (наличие абзацев) или других способов выделения
	П-9. Отсутствие в текстовых сообщениях аббревиатур, непонятных слов и сокращений	Словарный состав текстовых инструкций
	П-10. Привлечение внимания пользователей к важным сообщениям	Используемые средства привлечения внимания пользователя (цвет, мигание, звуковые сигналы)
	П-11. Наличие индикатора степени выполнения заданий (операций)	Наличие и вид индикатора выполнения
	П-12. Наличие кратких и понятных заголовков окон	Наличие и вид заголовков окон
	П-13. Использование для названий пунктов меню одного слова (глагола для действий, существительного для объектов)	Названия пунктов меню
	П-14. Применение в названиях пунктов меню норм использования заглавных букв, принятых в языке.	Названия пунктов меню
	П-15. Соответствие опций элементов интерфейса установленным, привычным нормам (например, использование клавиши Enter)	Соответствие привычным нормам
	П-16. Отсутствие у пользователей сложностей в поиске необходимых директив (элементов интерфейса) для управления процессом решения поставленной задачи	Естественность взаимодействия
	П-17. Сообщение об ошибке должно от-	Содержание сообщений об

	<p>вечать всего на три вопроса:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в чем заключается проблема? - как исправить эту проблему сейчас? - как сделать так, чтобы проблема не повторилась? 	ошибках
	П-18. Вежливое и понятное пользователю сообщение об ошибках	Содержание сообщений об ошибках
	П-19. К строкам ввода там, где это возможно, с целью разгрузки памяти целесообразно присоединять выпадающий список допустимых значений	Наличие выпадающих списков допустимых значений в строках ввода
	П-20. Целесообразно использовать в рамках одного приложения окна, построенные по одному шаблону, в которых одинаковые элементы расположены одинаково.	Окна интерфейса в программе
	П-21. Интерфейсные элементы должны иметь не только согласованные изображения, но и согласованное управление. Например, активизация всех пиктограмм - двойным щелчком мыши.	Средства управления элементами интерфейса
	П-22. Следует учитывать при проектировании меню и диалоговых окон стереотипную логическую последовательность чтения текста справа налево и сверху вниз. В левом верхнем углу следует располагать элемент, с которым пользователь должен работать в первую очередь, а в правом нижнем углу - тот, который используется в конце. Не следует первым элементом меню ставить опцию "Выход".	Компоновка опций меню и диалоговых окон
Физиологические	Ф-1. Соответствие размеров зон установки курсора физиологическим возможностям движений	Размеры меню, списков, кнопок на экране дисплея
	Ф-2. Использование в группе радиокнопок не менее одной с режимом по умолчанию	Наличие в группе радиокнопок не менее одной с режимом по умолчанию
	Ф-3. Использование командных кнопок для ввода явных действий	Наличие командных кнопок для ввода явных действий
	Ф-4. Использование чекбоксов и радиокнопок для ввода параметров запускаемого впоследствии действия	Наличие чекбоксов и радиокнопок для ввода параметров запускаемого впоследствии действия
	Ф-5. Отсутствие необходимости устанавливать фокус ввода в открывающихся текстовых полях	Наличие фокуса ввода в текстовых полях по умолчанию
	Ф-6. Соответствие времени экспозиции списков, меню, кнопок скоростным возможностям человека	Длительность экспозиции средств взаимодействия
	Ф-7. Использование крутилок для ввода числовых значений	Наличие крутилок для ввода числовых значений
	Ф-8. Использование ползунков	Наличие слайдеров для ввода

	ков(слайдеров) для ввода ранжирующихся значений	да ранжирующихся значений
	Ф-9. Использование значения по умолчанию где только возможно, чтобы минимизировать процесс ввода информации.	Используемые значения по умолчанию
	Ф-10. Отсутствие требований к пользователям вводить информацию, которая была предварительно введена или которая может быть автоматически получена из системы	Отсутствие необходимости вводить информацию, которая была ранее введена или которая может быть автоматически получена из системы
Гигиенические	Г-1. Соответствие параметров изображения на экране дисплея условиям комфорта зрительной работы пользователей (отсутствие мельканий, слепящих яркостей и т.п.)	Энергетические и временные параметры изображения на экране дисплея
Социально-психологические	СП-1. Отсутствие условий для возникновения конфликтов интересов или действий пользователей разных типов	Способ разграничения прав пользователей разных типов

Далее проводим оценку значений единичных эргономических показателей. При этом рекомендуемые значения единичных эргономических показателей устанавливаются на основе действующих нормативно-технических документов и эргономических справочников.

Единичные эргономические показатели оцениваются по бинарной шкале, они принимают значение, равное "1", если фактическое значение показателя соответствует рекомендуемому, и равное "0", если оно ему не соответствует.

Групповой эргономический показатель $\text{ЭП}_{\text{гр}}$ рассчитывается как общая оценка по группе единичных показателей

$$\text{ЭП}_{\text{гр}} = \frac{\sum 1}{\sum 1 + \sum 0}, \quad (**)$$

где $\sum 1$ - суммарное число случаев, когда имеет место соответствие единичных показателей эргономическим требованиям;

$\sum 0$ - суммарное число случаев, когда соответствия нет.

Очевидно, что $\sum 1 + \sum 0$ - это общее число единичных показателей в группе, поэтому групповой эргономический показатель изменяется в пределах $0 \leq \text{ЭП}_{\text{гр}} \leq 1$, имеет смысл эмпирической вероятности и служит мерой соответствия характеристик СЧМ эргономическим требованиям данной группы.

Результаты оценки значений единичных и групповых эргономических показателей приведены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Значения единичных и групповых эргономических показателей проектируемой системы

Группа ЭП	Значения единичных ЭП	Значения групповых ЭП
Психофизиологические ЭП	ПФ-1, ПФ-2, ПФ-3, ПФ-4, ПФ-5, ПФ-6 = 1	$6 \times 1 / 6 = 1$
Психологические ЭП	П-3, П-5, П-8, П-13 = 0 П-1, П-2, П-4, П-6, П-7, П-9, П-10, П-11, П-12, П-14, П-15, П-16, П-17, П-18.	$18 \times 1 / 22 = 0,81$

	П-19 П-20, П-21, П-22 = 1	
Физиологические ЭП	Ф-5, Ф-9 = 0 Ф-1, Ф-2, Ф-3, Ф-4, Ф-6, Ф-7, Ф-8, Ф-10 = 1	8 * 1 / 10 = 0,8
Гигиенические ЭП	Г-1 = 1	1 * 1 / 1 = 1
Социально-психологические ЭП	СП-1 = 1	1 * 1 / 1 = 1
Антропометрические ЭП	Не актуальны для данной СЧМ	

Далее оцениваются эргономические свойства СЧМ. Однако поскольку для нашей системы значимым является только одно свойство – «управляемость» именно это свойство будет определять эргономичность системы в целом.

Эргономические свойства СЧМ определяются как некоторая совокупность групповых эргономических показателей, при этом чаще всего применяется аддитивная функция:

$$ЭСВ = \sum \alpha_{ni} * ЭП_{грj}, \quad (***)$$

где α_{ni} – нормированные весовые коэффициенты, сумма которых должна быть равна единице, т.е. ($\sum \alpha_{ni} = 1$).

Для оцениваемого эргономического свойства «управляемость» выбираем величины весовых коэффициентов (см. таблицу 6.3).

Таблица 8.3 – Значения весовых коэффициентов для оценки эргономического свойства «управляемость»

Групповой ЭП	Значение весового коэффициента
Психофизиологический	0,25
Психологический	0,4
Физиологический	0,15
Гигиенический	0,1
Социально-психологический	0,1

–С учетом данных таблицы 2 и таблицы 3 по формуле (***) определяем количественное значение эргономического свойства «управляемость»

$$ЭСВ \text{ управляемость} = (0,25 * 1) + (0,4 * 0,81) + (0,15 * 0,8) + (0,1 * 1) + (0,1 * 1) = 0,894$$

Поскольку в нашей системе значимым с точки зрения формирования интегральной оценки – эргономичности - является только одно эргономическое свойство – «управляемость» принимаем за оценку эргономичности полученное значение.

Следовательно, эргономичность нашей системы равна 0,894.

Полученное значение группового эргономического показателя оценивается с учетом следующей градации:

- 0,8 - 1,0 - "отлично"-эргономические характеристики изделия соответствуют базовым значениям;
- 0,5 - 0,8 - "хорошо"-приближается к базовым, но требуется совершенствование изделия;
- 0,2 - 0,5 - "удовлетворительно" - далеки от базовых, требуется значительное улучшение изделия;
- 0 - 0,2 - "неудовлетворительно"-практически не обеспечивается необходимая производительность, удобство и безопасность труда человека – оператора [].

После такой общей оценки производится анализ единичных показателей, значения которых не соответствуют эргономическим требованиям (получили "нулевые" оценки) и намечаются мероприятия по рационализации оцениваемой системы. Результаты данного этапа представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Рекомендации по улучшению эргономичности проектируемой системы

Невыполненное эргономическое требование	Предложение по улучшению эргономичности
П-3. Наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе обслуживания системы	Использовать всплывающие подсказки о правильных действиях пользователя
П-5. Наличие предупреждений о нежелательных последствиях некоторых действий	Выводить сообщения о возможности не сохранения полученных результатов
П-8. Выделение в текстовых инструкциях смысловых фрагментов	В инструкциях испытуемому выделить абзацами смысловые фрагменты
П-13. Использование для названий пунктов меню одного слова (глагола для действий, существительного для объектов)	Изменить названия пунктов меню
Ф-5. Отсутствие необходимости устанавливать фокус ввода в открывающихся текстовых полях	Установить фокус ввода во всех текстовых полях
Ф-9. Использование значения «по умолчанию» где только возможно, чтобы минимизировать процесс ввода информации.	Установить значения «по умолчанию» во всех формах ввода параметров

В графической части проекта рекомендуется представить плакат, показывающий результаты эргономической оценки.

Необходимую дополнительную информацию по вопросам эргономического проектирования можно найти в следующих источниках:

1. Вайнштейн Л.А. Эргономика: учеб. пособие - Минск: ГИУСТ БГУ, 2010.
2. Шупейко И.Г. Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда». Курсовое проектирование. – Минск: БГУИР, 2012.