

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

И. Г. Шупейко

**ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
«ЧЕЛОВЕК–КОМПЬЮТЕР–СРЕДА».
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано УМО по образованию
в области информатики и радиоэлектроники в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений,
обеспечивающих получение высшего образования по специальности
1-58 01 01 «Инженерно-психологическое
обеспечение информационных технологий»*

Минск БГУИР 2012

УДК 004.5:331.101.1(076)
ББК [32.973.26-018.2+30.17]я73
Ш96

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра юридической психологии частного учреждения образования
«Минский институт управления» (протокол №3 от 27. 11. 2011 г.);

ведущий научный сотрудник Государственного научного учреждения
«Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
доктор психологических наук Г. В. Лосик

Шупейко, И. Г.

Ш96

Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда». Курсовое проектирование : учеб.-метод. пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2012. – 92 с.

ISBN 978-985-488-773-9.

Пособие содержит описание структуры и содержания процесса эргономического проектирования систем «человек–компьютер–среда». Является методическим обеспечением курсового (дипломного) проектирования для студентов специальности 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий».

**УДК 004.5:331.101.1(076)
ББК [32.973.26-018.2+30.17]я73**

ISBN 978-985-488-773-9

© Шупейко И. Г., 2012
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общая характеристика процесса проектирования систем «человек–техника–среда» (СЧТС).....	4
2	Эргономические требования к СЧТС	10
3	Эргономические показатели и свойства СЧТС	14
4	Эргономическое проектирование систем «человек–техника–среда».....	18
4.1	Предмет и задачи эргономического проектирования СЧТС.....	18
4.2	Методология эргономического проектирования СЧТС	19
4.3	Проектирование деятельности человека-оператора в СЧТС	21
5	Эргономическое проектирование систем «человек–компьютер–среда» (СЧКС).....	26
5.1	Структура процесса эргономического проектирования СЧКС	26
5.2	Общие эргономические требования к СЧКС.....	27
5.2.1	Эргономические требования к характеристикам программных средств	27
5.2.2	Эргономические требования к информации, представляемой пользователю на экране дисплея.....	27
5.2.3	Эргономические требования к рабочему месту человека-оператора	30
5.2.4	Эргономические требования к видеодисплейным терминалам и электронно-вычислительным машинам	31
5.2.5	Эргономические требования к помещениям, где размещены и используются средства вычислительной техники.	32
5.2.6	Эргономические требования к рабочей среде	33
5.2.7	Эргономические требования к организации режима труда и отдыха при работе с компьютерами	37
5.2.8	Эргономические требования к организации режима работы со средствами вычислительной техники в вузах.....	39
5.3	Обеспечение эргономичности пользовательского интерфейса систем «человек–компьютер–среда» (СЧКС)	39
5.4	Стандарты по эргономическому проектированию СЧКС.....	46
5.4.1	Международные стандарты.....	46
5.4.2	Стандарты РБ, РФ, стран СНГ	48
	Литература	50
	Приложение – Пример выполнения задания по курсовому проектированию.....	51

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК–ТЕХНИКА–СРЕДА» (СЧТС)

Проектирование любой технической системы в настоящее время представляет собой сложный и длительный процесс, в котором участвуют специалисты различного профиля, осуществляющие разные виды проектирования. К ним относятся:

- *техническое проектирование*, включающее разработку технической (машинной) части системы;
- *художественное (дизайнерское) проектирование*, состоящее в обеспечении эстетичности и привлекательности ее составных частей;
- *эргономическое проектирование*, заключающееся в обеспечении учета требований человеческого фактора при разработке системы.

Техническое проектирование, в свою очередь, представляет собой сложный процесс, включающий в себя следующие виды проектирования:

- системотехническое;
- схемотехническое;
- программное;
- конструкторское;
- технологическое.

Системотехническое проектирование представляет собой определение структуры и архитектуры технической системы, количества ее компонентов, их функции, определение параметров информационных потоков, циркулирующих в системе, определение входных и выходных параметров компонентов и т.д.

Схемотехническое проектирование обеспечивает разработку структурных, функциональных и принципиальных электрических схем всех компонентов системы с проведением необходимых расчетов и испытаний.

Программное проектирование заключается в разработке программного обеспечения для работы технических программируемых устройств (процессоров, контроллеров и т.д.), входящих в состав системы.

Конструкторское проектирование представляет собой компоновку элементов системы, обеспечение их тепловой, магнитной и электромагнитной совместимости, разработку конструкторской документации всех видов (чертежей деталей, сборочных и электромонтажных чертежей, спецификаций и т.д.).

Технологическое проектирование связано с разработкой технологических процессов изготовления всех компонентов системы, а также ее монтажа, наладки, регулировки. Оно заключается в подготовке всей технологической документации, необходимой для их осуществления.

Дизайнерское проектирование (дизайн-конструирование, художественное проектирование) необходимо для обеспечения эстетического уровня и требуемых потребительских свойств системы: красоты, привлекательности, информационной выразительности, композиционной целостности и др. Его целью является отражение свойств эмоционально-мотивационной сферы

человека, создание у него определенного эстетического отношения к продукту проектирования.

Как правило, любая техническая система не является полностью автоматизированной, она управляется и обслуживается человеком (или группой людей) и, следовательно, всегда образует другую, более сложную систему «человек–техника» или «человек–машина». Данная система функционирует в конкретных условиях и подвергается воздействиям различных факторов внешней среды, которые могут оказать существенное влияние на работу как ее технического, так и человеческого компонента. Поэтому возникла необходимость рассмотреть в процессе проектирования еще более крупную систему, а именно систему «человек–техника–среда» (СЧТС), что и повлекло за собой появление еще одного специфического вида проектирования – эргономического.

Э р г о н о м и ч е с к о е п р о е к т и р о в а н и е заключается в решении всех вопросов, связанных с включением человека в проектируемую систему «человек–техника–среда». Отличительной его чертой является создание проекта деятельности человека, аналогично тому, как задачей технического проектирования является создание проекта, обеспечивающего функционирование технической части системы.

Кроме создания проекта деятельности человека-оператора в задачи эргономического проектирования входит согласование, «стыковка» технического и человеческого проектов и создание на основе этого обобщенного проекта системы «человек–техника–среда».

Эргономическое проектирование может выполняться на двух уровнях: *коррективном, проективном*. Коррективный уровень представляет собой реализацию *машиноцентрического подхода* к проектированию СЧТС, при котором вначале разрабатывается проект технического звена (машины), а затем он подгоняется (приспосабливается) к человеку. Данный подход еще широко применяется на практике, однако он считается устаревшим и малоперспективным, поскольку не обеспечивает необходимого учета требований человеческого фактора в технических системах.

Проективный уровень основан на реализации *антропоцентрического подхода* к проектированию СЧТС. Данный подход требует рассмотрения человека как главного центрального компонента системы, а машины, какой бы сложной она не была, как орудия его труда. Поэтому он предполагает еще до разработки машины создать оптимальный проект будущей деятельности человека в СЧТС, а затем на основе данного проекта осуществлять проектирование технического ее звена, т.е. машины.

Выполнение эргономического проектирования на данном уровне позволяет решать задачи, связанные не только с оптимизацией отдельных действий человека-оператора или факторов его труда, как это было до недавнего времени (коррективный уровень), но и с повышением эффективности функционирования всей системы «человек–техника–среда» на основе проектирования деятельности человека-оператора.

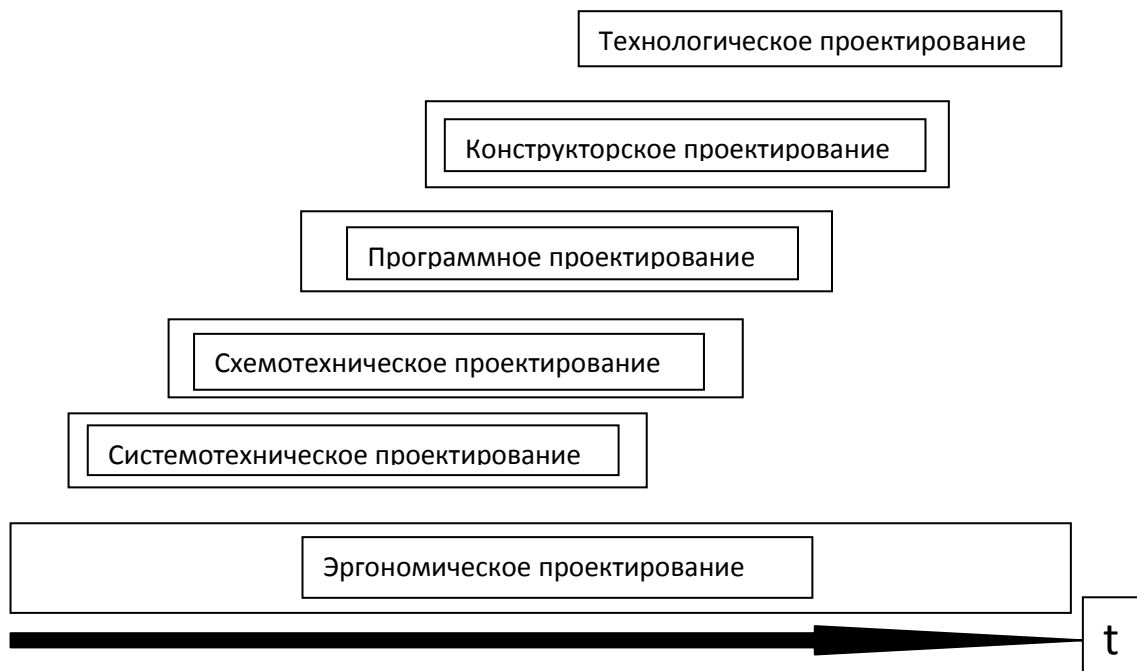


Рисунок 1.1 – Временная диаграмма процесса проектирования СЧТС

В соответствии с логикой проектирования отдельные его виды не могут осуществляться одновременно (параллельно), они следуют друг за другом в определенной последовательности. Это связано с тем, что некоторые виды проектирования для своего осуществления нуждаются в результатах других смежных видов проектирования. Например разработке функциональных и принципиальных схем должно предшествовать схемотехническое проектирование, результатом которого является разработка структуры технического звена системы. Точно также технологическому проектированию должна предшествовать разработка конструкторской документации на элементы технического звена системы.

Организованная во времени последовательность участия разных видов проектирования в общем процессе проектирования СЧТС показана на рисунке 1.1.

Из рисунка 1.1 видно, что эргономическое проектирование осуществляется практически на всех стадиях общего процесса проектирования системы «человек–техника–среда». Однако не следует думать, что эргономическое проектирование – это непрерывный процесс. На самом деле эргономическое проектирование имеет циклический и последовательный характер. Оно осуществляется следующим образом.

Проектирование СЧТС всегда начинается с той стадии эргономического проектирования, когда проводится анализ функций, которые должна выполнять проектируемая система, затем осуществляется их распределение между человеком и техническими звеньями, далее разрабатывается проект деятельности человека-оператора, на основе которого разрабатывается номенклатура эргономических требований к техническим звеньям системы. Все эти требования являются исходными данными для выполнения следующего этапа – системотех-

нического проектирования; по существу они являются рядом ограничений, накладываемых на системотехническое проектирование. Естественно, в реальной жизни никакая номенклатура ограничений не может быть выполнена в полной мере. Всегда возникают проблемы, связанные с необходимостью учитывать другие группы требований: экономические, конструкторские, технологические и т.п. Поэтому на данном этапе специалисты по системотехническому проектированию предлагают свой компромиссный вариант построения системы. Данный вариант далее рассматривается специалистами по эргономическому проектированию на предмет возможности его реализации. Такое взаимодействие позволяет найти оптимальное проектное решение.

Аналогичные процедуры имеют место практически на всех других стадиях технического проектирования: схемотехнической, программной, конструкторской, технологической. Иными словами, специалисты по эргономике периодически участвуют в процессе проектирования практически на всем его протяжении. В этом и заключается цикличность и последовательность эргономического проектирования.

Кроме связи эргономического проектирования с другими видами технического проектирования СЧТС цикличность и последовательность эргономического проектирования заключается в необходимости решения всех перечисленных задач на каждой из существующих стадий проектирования:

- на этапе формулирования технических требований (ТТ);
- при разработке технического задания (ТЗ);
- при эскизном предложении;
- при техническом проектировании;
- на этапе рабочего проектирования;
- при различных испытаниях, оценке и т.д.

Все поставленные задачи в той или иной степени решаются на каждой из стадий проектирования. Однако уровень их проработки и решения на каждой из стадий будет различным. Одни задачи могут решаться в общем виде, другие – детально, третьи уточняются после решения их на предыдущем этапе. Еще одной особенностью данного подхода является различная вариантность проработки принимаемых решений на каждом из этапов, что позволяет постепенно прийти к оптимальному варианту.

В результате проектирования необходимо обеспечить заданные характеристики (надежность, точность, быстродействие и др.) не только технических устройств, а прежде всего системы «человек–техника–среда» в целом. Не менее важным требованием является соблюдение предельно допустимых норм деятельности оператора. Поэтому наряду с задачей создания наиболее эффективной техники и технических средств должна решаться и другая – обеспечение наиболее благоприятных условий для работающего человека.

Эргономическое проектирование направлено на повышение эффективности СЧТС и качества труда в ней пользователей (операторов), т.е. на безопасность эксплуатации и обслуживания, улучшение условий труда, сокращение сроков освоения системы, экономию затрат физической и нервно-

психической энергии работающего человека благодаря максимально возможному согласованию параметров технической части системы с возможностями и особенностями пользователя.

При этом достигается значительный социально-экономический эффект, выражающийся в повышении привлекательности и содержательности труда, сохранении здоровья и поддержании высокой работоспособности, сокращении непроизводительных потерь рабочего времени, уменьшении затрат на предоставление льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда и т. п.

Общая цель эргономического проектирования формулируется как единство двух аспектов:

- обеспечения удобства и комфортных условий эффективной деятельности человека-оператора, а соответственно, и эффективного функционирования СЧТС;

- сохранения здоровья и создания условий для развития личности работающего человека.

В конкретном проектировании тот или иной аспект может доминировать. Но при этом общая цель всегда реализуется через их совокупность и взаимодополняемость.

Имея в качестве объекта исследования СЧТС, эргономика изучает определенные свойства системы, которые обусловлены положением и ролью человека в системе. Эти свойства получили название человеческих факторов в технике. Они представляют собой интегральные показатели связи человека, машины, предмета деятельности и среды, проявляющиеся при деятельности человека в системе, связанной с достижением конкретных целей. Человеческие факторы в технике существуют актуально, т.е. «здесь и сейчас», они порождаются во время взаимодействия человека и технической системы.

Человеческие факторы в технике не могут быть сведены к взятым самим по себе характеристикам человека, машины (технического средства), среды. Характеристики и свойства, фиксируемые в понятии человеческого фактора в технике, представляют собой не отдельные изолированные признаки компонентов системы «человек–техника–среда», а являются ее совокупными качествами.

Человеческие факторы в технике не даны изначально. Они представляют собой искомое, которое может быть найдено лишь на основе предварительного анализа задач СЧТС, функций человека в ней, вида и отличительных черт его деятельности. В результате такого анализа определяется номенклатура человеческих факторов в технике, учет которых необходим в целях создания нормальных условий для деятельности человека и эффективного функционирования системы.

Человеческие факторы в технике – это структурные образования различной степени сложности, в этом смысле они представляют собой некоторое временное сочетание обстоятельств, формирующихся в процессе функционирования системы и проявляющихся в деятельности человека-оператора. Человеческие факторы в технике формируются на основе базовых характеристик человека: социально-психологических, психологических, физиологических, психо-

физиологических, антропометрических, гигиенических в их соотношении с техникой.

Проектировщикам важно не только знать базовые характеристики и их номенклатуру, но и представлять, как на их основе формируются человеческие факторы в технике, эргономические свойства и эргономичность СЧТС.

2 ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЧТС

Эргономические требования (ЭТ) определяются свойствами человека-оператора и устанавливаются с целью оптимизации его деятельности. Они являются базовыми при проектировании СЧТС на основе антропоцентрического подхода.

Под эргономическими требованиями к СЧТС понимаются требования к системе в целом, 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 эргатическую систему (СЧТС), создаваемую на основе исходной технической системы.

Сформулировать эти требования и реализовать их непросто, 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.

При формулировании эргономических требований имеет место следующая логическая последовательность (рисунок 2.1).

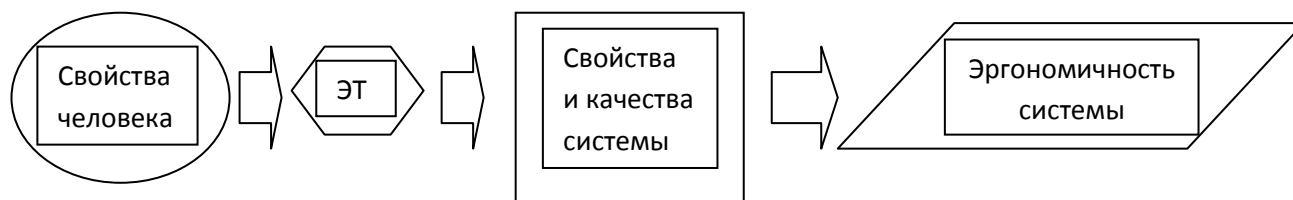


Рисунок 2.1 – Последовательность формулирования эргономических требований к СЧТС

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 и справочников.

Эргономические требования *необходимы для обеспечения:*

- рационального распределения функций в СЧМС;
- рациональной организации рабочего места на основе учета в конструкции рабочих характеристик и свойств человека;
- соответствия технических средств возможностям человека по приему и переработке информации и осуществлению управляющих воздействий;
- оптимальных для жизнедеятельности и работоспособности человека показателей производственной среды.

Основными принципами реализации эргономических требований являются:

- принцип *непрерывности*, состоящий в том, что ЭТ учитываются на всех этапах жизненного цикла СЧТС: при *проектировании, производстве, эксплуатации*;

- принцип *цикличности*, заключающийся в том, что ЭТ в различном содержании учитываются на всех этапах проектирования СЧТС, а именно при разработке технических требований, технического задания, эскизного предложения, эскизного проекта, технического проекта, технической документации;

- принцип *обязательности* использования.

В наиболее общем виде эргономические требования направлены на обеспечение максимальной эффективности СЧТС.

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). Причем ЭТ, относящиеся к техническим средствам деятельности как более низким иерархическим уровням СЧТС, устанавливаются системой ГОСТов.

Эргономические требования высших уровней нормировать затруднительно, потому что они в значительной мере зависят не только от свойств человека-оператора, но и от специфических условий построения и эксплуатации СЧТС, а также характера операторской деятельности. Часть ЭТ поддается строгому количественному описанию, и их характеристики установлены в нормативных документах. Остальные могут быть представлены описательно, т.е. на качественном уровне.

ЭТ могут классифицироваться по разным основаниям. Наибольшее распространение получила их классификация *по различным уровням свойств* человека. В зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора различают следующие требования:

- *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, освещенности 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 СЧМС. Кроме этого они учитывают их влияние на легкость и быстроту формирования навыков человека, закрепление у него вновь приобретенных навыков, их соответствие существующим

стереотипам, а также на объем и скорость восприятия и переработки информации человеком.

Рассмотренные эргономические требования предъявляют к различным элементам СЧТС:

- рабочим местам операторов;
- пультам управления;
- органам управления и индикации;
- к системам отображения и ввода информации;
- эксплуатационной документации.

Групповые эргономические требования представляют собой некоторый набор конкретных единичных требований. Например группу антропометрических требований будут составлять такие единичные ЭТ, как высота столешницы стола для размещения персонального компьютера, размеры подставки для ног и др., а в группу психофизиологических требований будут входить такие единичные ЭТ, как минимальный размер знаков на экране дисплея, величина оптимального контраста знаков и фона и т.п.

3 ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СВОЙСТВА СЧТС

С эргономическими требованиями непосредственно связаны эргономические показатели, характеризующие степень учета в конструкции технического звена СЧТС или в организации рабочего места человека-оператора тех или иных конкретных эргономических требований. Естественно, что эргономические показатели также могут быть как единичными, так и групповыми.

Единичные и групповые эргономические показатели СЧТС определяют ее эргономические свойства. Такими эргономическими свойствами системы являются *управляемость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость*.

Первые три из них описывают свойства системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека или группы людей по управлению, обслуживанию и освоению СЧТС. Происходит это в тех случаях, когда в проект системы закладываются решения, создающие наилучшие условия для удобного, эффективного и безопасного выполнения указанных видов деятельности.

Четвертое свойство – *обитаемость* – относится к условиям функционирования системы, при которых сохраняется здоровье людей, поддерживаются нормальная динамика их работоспособности и хорошее самочувствие. Одним из эффективных путей создания таких условий является устранение или ослабление неблагоприятных факторов рабочей среды (шум, вибрация, излучения, загазованность и др.) в самом источнике их образования в машинах и оборудовании.

Управляемость определяет:

- соответствие распределения функций между человеком (группой людей) и машиной оптимальной структуре их взаимодействия при достижении поставленных целей, которые обеспечивают ведущую роль человека;
- соответствие конструкции машины (отдельных ее элементов) и организации рабочего места оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности человека в нормальных и аварийных условиях;
- соответствие содержания задаваемой машиной деятельности по управлению оптимальному уровню сложности и разнообразию действий человека;
- соответствие задаваемой машиной напряженности деятельности минимальной напряженности, при которой достигается наивысшая эффективность управления;
- соответствие определяемых машиной требований к качеству деятельности по управлению оптимальным точностным, скоростным и надежностным возможностям человека;
- соответствие задаваемых машиной темпов и ритмов трудовых процессов оптимальной временной структуре работающих людей.

Для реализации управляемости необходимо такое распределение функций между человеком и машиной, которое обеспечивает при их взаимодействии ведущую роль человека за счет возможности его опережающих действий

и исключения из обмена сигналов и команд, дезорганизирующих функционирование техники или человека.

Поэтому, с одной стороны, скорость протекания процессов в технических системах, точность выдерживания их параметров, энергонасыщенность машин требуют точности, своевременности информации как получаемой от машины, так и вводимой в машину, а с другой стороны, последнее слово должно оставаться за человеком – центральным компонентом СЧТС.

Опережение машиной действий человека непременно приводит к утрате контроля над СЧТС, а затем и к потере управления ею. Такая ситуация чревата как аварией, так и возникновением эмоционального стресса у персонала со всеми нежелательными последствиями.

Обслуживаемость определяет соответствие конструкции машины (или отдельных ее элементов) оптимальной психофизиологической структуре деятельности по ее эксплуатации, обслуживанию и ремонту. Следовательно, необходимо учитывать, что одна и та же машина обязательно будет входить составной частью в несколько различных человеко-машинных систем, таких как оператор-управленец – машина, оператор-наладчик – машина, оператор-ремонтник – машина и создавать комфортные условия для работы всех названных типов пользователей.

Освояемость определяет:

- заложенные в машине и эксплуатационной документации возможности быстрого ее освоения на основе приобретения необходимых знаний, умений и навыков управления и обслуживания;
- задаваемые машиной требования к уровню развития профессионально значимых психофизиологических и психологических функций человека для деятельности как в нормальных, так и в аварийных условиях;
- определяемые машиной требования к характеру и степени группового взаимодействия при ее управлении;
- заложенные в машине возможности для развития и совершенствования профессионально важных качеств.

Обитаемость определяет:

- соответствие условий функционирования машины биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку нормальное развитие, хорошее здоровье и высокую работоспособность;
- уменьшение или ликвидацию вредных для природной среды условий функционирования машины.

Например, работа в производственном помещении, лишенном доступа естественного света и имеющем высокую величину показателей отражения звука, приведет к развитию утомления с дальнейшими негативными последствиями как поведенческого, так и соматического характера из-за низкого показателя обитаемости.

Целостной интегративной характеристикой СЧТС, которая вытекает из эргономических свойств, а также групповых и единичных показателей, является эргономичность.

Эргономичность формируется на основе интеграции эргономических свойств и показателей. Эргономические свойства и показатели каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических показателей последующего уровня. Здесь действует тот же общий принцип, которому подчиняются межуровневые отношения структуры человека и который состоит в том, что наличный высший уровень всегда остается ведущим, но он может реализовать себя только с помощью нижележащих уровней. Структура эргономических показателей и свойств СЧТС показана на рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Структура эргономических показателей и свойств СЧТС

При этом важно понимать, что только единичные эргономические показатели представляют собой те или иные конкретные реальные материализованные характеристики системы СЧТС, которые можно измерить или даже «потрогать руками». Групповые же эргономические показатели, эргономические свойства и интегральная характеристика «эргономичность» представляют собой определенные абстракции, не имеющие материальной основы, которые реально нельзя увидеть или потрогать руками. Они введены для того, чтобы можно было как-то разделить многочисленные единичные показатели на группы с учетом механизмов их влияния на выходные показатели функционирования СЧТС. Данные показатели и свойства можно оценить только относительными оценками (баллами, процентами и т.п.).

Комплексными показателями эргономичности являются:

- 1) *по управляемости:*
 - среднее время или коэффициент занятости человека-оператора выполнением определенной единицы технологического процесса;
 - вероятность выполнения человеком-оператором единицы технологического процесса с заданным качеством;
 - производительность или норма времени на единицу труда;
- 2) *по обслуживаемости:*
 - среднее оперативное время занятия человека подготовкой техники к ее применению;

– среднее оперативное время занятости восстановлением или профилактикой техники;

3) по *освояемости*:

– среднее календарное время профессиональной подготовки человека-оператора;

– уровень квалификации человека, необходимый для обслуживания техники.

Каждое эргономическое свойство представляет определенную целостность человеческих факторов в технике, которые являют собой разные, но взаимосвязанные существенные признаки указанных свойств и формируются на основе базовых характеристик.

4 ЭРГНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК–ТЕХНИКА–СРЕДА»

4.1 Предмет и задачи эргономического проектирования СЧТС

Предметом эргономического проектирования являются процесс, средства и условия деятельности человека-оператора или группы операторов.

Результатом эргономического проектирования является эргономическое решение, которое представляет собой проект деятельности человека-оператора, выполненный при последовательной реализации эргономических требований с учетом специфики объекта проектирования.

Эргономическое проектирование представляет собой особый, но не изолированный аспект работы в общем процессе проектирования техники. Обладая определенными особенностями, эргономическое проектирование вместе с тем подчиняется общим закономерностям и методам проектной деятельности, в частности общей схеме построения этапов проектных работ.

Например в качестве проекта деятельности может выступать алгоритмическое описание деятельности на структурно-операционном уровне и пространственно-компоновочное решение рабочего места человека-оператора. В то же время конструкция машины, разработанная инженером-конструктором, может служить основой для эргономического моделирования, в процессе которого появляется возможность повлиять на ее компоновочные характеристики, уточнить выбор тех или иных органов управления, средств отображения информации и т.д.

Общая характеристика эргономического проектирования позволяет определить его специфические функции как органическую часть целостного процесса проектирования СЧТС.

Во-первых, эргономическое проектирование обуславливает приобретение СЧТС необходимых эргономических свойств, способствующих повышению эффективности деятельности человека и функционирования системы.

Во-вторых, эргономическое проектирование реализуется как путем практического приложения имеющихся научных знаний в данной области, так и конкретными эргономическими исследованиями и проектными разработками, осуществляемыми в процессе проектирования объекта.

Эргономическому проектированию свойственно чередование различных неформальных процедур (интуитивных, творческих, эвристических) с формальными процедурами (расчетными, аналитическими, математическим моделированием, экспериментальными проверками и т.п.).

Это способствует рождению новых проектных идей и принятию нестандартных эргономических решений, в которых учитываются сложные, зачастую трудно поддающиеся формализации характеристики человека, имеющие, кроме того, определенную специфику проявления в той или иной конкретной системе.

Эргономическое проектирование не ограничивается только проектированием удобных для человека технических средств, процессов и условий деятельности, оно связано также с разработкой средств и способов приспособления че-

ловека к технике (т.е. профессионального отбора и обучения персонала), а также способов и средств повышения работоспособности операторов, снижения отрицательного влияния негативных функциональных состояний человека, возникающих в процессе его деятельности (т.е. оказания необходимой психологической поддержки).

Эргономическое проектирование расширяет диапазон системной оптимизации, позволяя находить целесообразные проектные решения по выбранным приоритетным критериям с учетом закономерностей деятельности человека, показателей его физического и психического состояния, а также технических, технологических, экономических, демографических и других ограничений.

Структура эргономического проектирования соответствует логике и стадийности общесистемного проектирования, в ходе реализации которого происходит постепенное приближение к искомому варианту решения.

Решение задач эргономического проектирования организационно реализуется в ходе осуществления других видов технического проектирования:

- системотехнического,
- схемотехнического,
- программного,
- конструкторского,
- технологического,
- дизайнерского.

Методическую основу решения указанных задач составляют собственно эргономические процедуры.

В общем виде *задача эргономического проектирования сводится к проектированию функций* (степень автоматизации, распределение, морфология, иерархия, структура, кинетика системы и т.д.), *деятельности* (алгоритмы, структура, напряженность, тяжесть труда человека-оператора), *информации* (потoki, языки взаимодействия, вид кодирования, объем, форма, модальность информации и т.п.), *технических средств деятельности* (выбор типов, компоновка, обозначение и т.п.), *рабочих мест* (определение типов, пространственная компоновка, зоны размещения органов управления и индикаторов) *и условий трудовой деятельности* (гигиенических параметров рабочей среды).

4.2 Методология эргономического проектирования СЧТС

В настоящее время при исследовании и описании СЧТС могут использоваться четыре *общих* методологических подхода:

- *функциональный*,
- *структурный*,
- *структурно-функциональный*,
- *системный*.

Сущность функционального подхода состоит в выделении структуры объекта как некоторого инварианта с последующим функциональным описанием этой структуры. В данном подходе основным базовым понятием являются функции, выполняемые системой и ее компонентами.

В структурном подходе, напротив, основную нагрузку несет понятие структуры, а функциональная сущность ее компонентов выступает в качестве одной из исходных предпосылок.

При структурно-функциональном подходе проектируют не элементы объекта и не систему в целом, а расчлененную систему в статике.

Системный подход заключается в том, что объект рассматривается с точки зрения наличия в нем действующих элементов. Конкретизацией такого подхода является выяснение формы или способа взаимодействия элементов, определяющих объект как целое. Таким образом, при системном подходе центральным звеном является система с такими элементами, как структура, организация, связь, элемент и т.п.

Применительно к эргономическому проектированию системный подход позволяет на одной основе (понятийной, критериальной) описывать и проектировать взаимодействие человека с технической частью системы при равнокомпонентном представлении объекта как целостного образования, т.е. системы «человек–техника–среда».

Такое очевидное расширение исходной понятийной базы дает определенные преимущества системному подходу и позволяет получить более обобщенное представление о целостности объекта.

На основании названных методологических подходов далее используются следующие *частные* принципы эргономического проектирования:

- *комплексности и равнокомпонентности*, который означает, что человек и техника рассматриваются как звенья (элементы) одной общей системы и описываются с единых позиций с использованием сопоставимых (или взаимосвязанных) показателей (критериев) оценки;

- *группируемости*, предусматривающий распределение задач (функций) эргономического обеспечения по отдельным этапам их реализации во времени и пространстве;

- *непрерывности и последовательности*, характеризующий итеративность процесса учета эргономических требований на этапах и стадиях разработки системы;

- *цикличности*, предусматривающий наличие многошаговых (в том числе петлевых) процедур учета возможностей человека при проектировании;

- *иерархичности*, характеризующий взаимосвязь интегральных и дифференциальных эргономических показателей и их влияние на системно-технические, выходные (прагматические) показатели;

- *адекватности и соответствия функциональных и физических параметров системы возможностям и свойствам человека*;

- *допустимости*, утверждающий, что любая система существует лишь в определенных границах изменения ее свойств, в том числе и эргономических.

Эргономическое проектирование включает три взаимосвязанных и взаимообусловленных этапа:

- обоснование (разработку) эргономических требований;

- реализацию эргономических требований на стадии проектирования;

– оценку полноты и правильности реализации этих требований (эргономическая экспертиза и аттестация).

Эргономическое проектирование служит составной частью общего проектирования и направлено на создание таких средств, условий и процессов труда, которые обеспечивают повышение его производительности при сохранении здоровья и всестороннего развития личности.

При проектировании СЧТС в качестве основного применяется системный подход – совокупность представлений о целостном рассмотрении трудовой деятельности, системно-динамических характеристиках структуры деятельности, а также о синтезе различных аспектов исследования деятельности и роли возможных последствий тех или иных решений при проектировании деятельности.

Реализация системного подхода при проектировании СЧТС предполагает учет особенностей взаимосвязи и взаимного влияния отдельных элементов (компонентов) системы в целях достижения наивысшей эффективности и надежности СЧТС.

4.3 Проектирование деятельности человека-оператора в СЧТС

Специфической по своим целям и одной из наиболее важных задач эргономического проектирования, принципиально отличающей его от других видов системного проектирования, является проектирование деятельности человека-оператора.

К сожалению, до настоящего времени не сформулирована система четких принципов и рекомендаций к проектированию деятельности, подобная той, которая уже сложилась в техническом проектировании для разработчиков технических средств и технологических процессов.

В то же время необходимо отметить, что проектировщики, создавая новую технику, всегда вместе с тем определяют условия деятельности людей, которые будут этой техникой управлять и обслуживать ее. Следовательно, проектируя машину, они фактически всегда создают проект будущей деятельности операторов, которые будут с нею взаимодействовать (управлять, обслуживать, налаживать, ремонтировать и т.п.).

Если техника окажется неэргономичной (т.е. неудобной в эксплуатации), если она будет создавать большие нагрузки на восприятие, память, внимание; вызывать при работе нервно-психическое напряжение; требовать от человека переработки больших массивов информации; затруднять принятие решения и т. д.), то реальная эффективность ее использования окажется намного ниже проектируемой.

Поэтому техника и технологические процессы должны создаваться с учетом структуры деятельности человека-оператора, решающего весь комплекс задач управления, обслуживания, ремонта и др., и обеспечивать ему возможность наиболее эффективного протекания психологических, физиологических, психофизиологических и других процессов, обеспечивающих качественное выполнение данной деятельности.

В общем случае решение задачи проектирования деятельности человека-оператора в СЧТС предполагает получение ответа на следующие вопросы:

1 Где будет находиться человек?

2 Что и в какой последовательности человек будет делать?

3 Как и какими средствами человек будет выполнять свои функции?

4 Какими психологическими и психофизиологическими качествами человек должен обладать для успешного выполнения функций взаимодействия с техникой?

Важное место в решении всех этих вопросов занимает распределение функций между человеком и техникой и обоснование требуемой степени автоматизации. При этом автоматам передаются шаблонные, однообразные, примитивные операции, выполнение которых монотонно и вызывает у оператора скуку и усталость. Операции, требующие большого физического напряжения, также должны быть возложены на машину.

Автоматы и вычислительные устройства должны предотвратить перегрузку памяти, внимания, интеллектуальной и эмоционально-волевой сферы человека, его опорно-двигательного аппарата и т.п.

Проектирование системы «человек–техника–среда» включает в себя несколько взаимосвязанных этапов:

- 1) анализ характеристик объекта управления;
- 2) распределение функций между человеком и техникой;
- 3) распределение функций между операторами;
- 4) проектирование деятельности оператора;
- 5) проектирование технических средств деятельности оператора;
- 6) оценка системы «человек–техника–среда».

При проектировании взаимодействия человека с техническими средствами необходимо:

- а) определить роль и место человека в системе;
- б) выявить степень автоматизации и механизации, т.е. распределение функций между человеком и техникой;
- в) решить вопросы иерархии, структурного и функционального построения системы и отдельных рабочих мест;
- г) учесть особенности пространственной компоновки, организации, конструкции рабочих мест, оборудования, инструмента, оргтехоснастки и др.

Распределение функций между человеком и машиной начинается на ранних стадиях проектирования и является пошаговым процессом, который включает в себя этап предварительного распределения функций и ряд последовательных коррекций выбранного варианта.

Исходными данными для выбора рационального варианта распределения функций являются назначение и задачи, решаемые СЧТС; условия функционирования системы (характеристика входной информации, продолжительность непрерывной работы и т.д.); общесистемные требования к СЧТС (эффективность, надежность, стоимость и сроки разработки, допустимое количество специалистов по управлению и т.д.); требования к задачам человека по управлению и обслуживанию системы.

Эргономические требования, предъявляемые к выбору варианта распределения функций между человеком и машиной, реализуются с учетом возможностей человека и машины для выполнения конкретных операций, соответствия загрузки человека его возможностям, ответственности человека за результаты работы системы, мотивации деятельности человека в системе.

В зависимости от назначения СЧТС (системы обнаружения, диспетчерские, слежения, связи и др.) на человека могут быть возложены различные функции.

Таблица 4.1 – Этапы эргономического проектирования СЧТС

Анализ характеристик объекта управления	Анализ статических характеристик
	Анализ динамических характеристик
	Определение целей и задач системы
Распределение функций между человеком и техникой	Анализ возможностей человека и техники
	Определение критерия эффективности системы
	Определение ограничивающих условий
	Оптимизация критерия эффективности
Распределение функций между операторами	Выбор структуры группы
	Определение числа рабочих мест
	Определение задач на каждом рабочем месте
	Организация связи между операторами
Проектирование деятельности оператора	Определение структуры и алгоритма деятельности
	Определение требований к характеристикам человека
	Определение требований к обученности
	Определение допустимых норм деятельности
Проектирование технических средств деятельности	Синтез информационных моделей
	Конструирование органов управления
	Общая компоновка рабочего места
Оценка СЧТС	Оценка рабочего места и условий деятельности
	Оценка характеристик деятельности оператора
	Оценка эффективности системы

При выборе варианта распределения функций между человеком и машиной сначала определяют функции (задачи, операции, действия), которые должны выполняться человеком и машинными звеньями, и ожидаемое качество выполнения их. Затем оценивают, как повлияет это качество на выходные характеристики системы (эффективность, производительность труда и т.д.), как скажется выбранный вариант распределения функций на психическом и физиологическом состояниях работающих людей. И, наконец, решают, обеспечит ли этот вариант выполнение человеком принятых для него в данной системе социальных норм, касающихся ответственности за достижение целей деятельности, этики взаимоотношений между работающими людьми, права на риск и на творческое решение поставленных задач и т. п., а также обеспечит ли выбранный

вариант соблюдение заданных для данной системы ограничений по количеству специалистов, их квалификации, а также технической реализуемости проекта, стоимости системы и т. п.

Распределение оставшихся задач осуществляется по следующему принципу: задачи, разрешаемые с учетом многих признаков, имеющие много вариантов решений, отличающиеся высокой неопределенностью информации, незначительной логической и вычислительной сложностью, целесообразно предварительно поручать человеку. Задачи с противоположными свойствами возлагаются на машину.

Кроме качественных существуют и количественные методы распределения функций, в основу которых положено сопоставление надежности, временных, информационных и других показателей работы человека и машины.

Распределение функций ведется с учетом преимущественных возможностей человека и техники по отношению друг к другу и в целях оптимизации некоторого выбранного показателя эффективности системы, который может быть как *частным*, так и *общим*.

При оптимизации по *частному показателю* следует иметь в виду, что система, оптимальная с точки зрения одного показателя, может быть не оптимальной с точки зрения другого.

Поэтому более целесообразным является оптимизация по *обобщенному показателю* при наложении целого ряда ограничивающих условий на частные критерии. Такая задача решается методами математического программирования (линейного, динамического и др.).

После того как найдены исполнители (человек или машина) для каждой из задач, проводится анализ функций людей в системе. При этом осуществляется проектирование групповой деятельности (распределение функций между отдельными операторами).

При решении этой задачи нужно стремиться к максимально возможному упрощению структуры группы и связей между операторами, не допуская при этом информационной перегрузки отдельных операторов.

В итоге на этом этапе должны быть решены следующие задачи:

- а) определены типы и количество рабочих мест,
- б) сформулированы решаемые на каждом из них задачи,
- в) обозначены необходимые информационные связи между отдельными операторами.

Далее решается задача проектирования деятельности оператора. В результате ее решения, в частности, определяются структура и алгоритмы деятельности оператора в различных режимах работы СЧТС, способы выполнения этой деятельности, требования к психофизиологическим характеристикам человека (к объему памяти и внимания, скорости реакции, эмоциональной устойчивости и др.), производится проверка выполнения предельно допустимых норм деятельности оператора.

На основании этого осуществляется разработка средств отображения информации, органов управления, производится общая компоновка рабочего места.

Последний этап проектирования – эргономическая оценка проекта и сравнение полученных результатов с требуемыми параметрами, отраженными в ТЗ на систему. Оценке подлежат основные характеристики СЧТС (надежность, быстродействие, стоимость и др.), условия работы оперативного и обслуживающего персонала, конструкция системы и особенности организации рабочих мест операторов и др. В случае несоответствия каких-либо характеристик требуемым разработанный проект уточняется, пока не будет получен приемлемый результат.

Таким образом, в процессе эргономического проектирования осуществляется последовательная оптимизация проекта СЧТС.

5 ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК–КОМПЬЮТЕР–СРЕДА» (СЧКС)

5.1 Структура процесса эргономического проектирования СЧКС

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 записываются 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 по-разному, например в виде таблицы. На основе определения содержания выполняемых системой функций получается исходная информация, касающаяся построения технической части системы и выбора аппаратных средств взаимодействия человека и компьютера. Естественно, такая информация имеет характер только первого приближения, она уточняется и детализируется на последующих этапах эргономического проектирования.

Следующим этапом эргономического проектирования является распределение функций между человеком и техническими звеньями СЧКС. На основе данного этапа определяется структурная схема системы и уточняются характеристики входящих в нее технических средств.

Далее осуществляется проектирование деятельности операторов (т.е. пользователей компьютеров, входящих в состав системы). Результатом данного этапа является разработка алгоритмов работы пользователей. При этом должны быть разработаны алгоритмы работы пользователей для всех возможных этапов функционирования СЧКС.

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

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, определяю-

ших 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 общих эргономических требований к проектируемой СЧКС. Эти требования являются одинаковыми (общими) для систем определенного типа, которые предназначены для их эксплуатации в одних и тех же условиях. Данные требования разрабатываются на основе данных, содержащихся в справочной и нормативно-технической литературе по эргономическому проектированию. Что касается частных эргономических требований, то они разрабатываются на следующем этапе – при разработке сценария информационного взаимодействия пользователей и технического звена системы, т. к. они имеют отношение только к данной системе.

На заключительном этапе проектирования разрабатываются требования к рабочему месту и параметрам рабочей среды.

5.2 Общие эргономические требования к СЧКС

5.2.1 Эргономические требования к характеристикам программных средств

Разработанное специальное программное средство должно полностью соответствовать техническому заданию, т.е. позволять успешно достичь поставленных перед ним целей и задач.

Последовательность действий, необходимых для установки программного средства, должна полностью соответствовать инструкции.

Программное средство должно быстро и легко запускаться.

Основные параметры технических характеристик программного средства должны соответствовать параметрам, приведенным в документации.

Должна обеспечиваться надежная и устойчивая работа разработанного программного средства.

5.2.2 Эргономические требования к информации, представляемой пользователю на экране дисплея

А. Требования к энергетическим и пространственным параметрам

Для точного считывания информации и комфортных условий ее восприятия работа с дисплеями должна проводиться при таких сочетаниях контраста и яркости изображения, внешней освещенности экрана, углового размера знака и угла наблюдения экрана, которые входят в оптимальные или предельно допустимые (при кратковременной работе) диапазоны.

Яркость знаков не должна быть менее 35 кд/м^2 для дисплеев на ЭЛТ и не менее 20 кд/м^2 для дисплеев с плоскими экранами. Неравномерность яркости рабочего поля экрана и яркости элементов знаков не должна быть более 20 %.

Яркостный контраст изображения, а также яркостный контраст внутри знаков и между знаками должен быть не менее 3:1.

Ширина контура знака должна быть в пределах от 0,25 до 0,5 мм, а изменение размеров однопунктных знаков на рабочем поле не должно превышать $\pm 5\%$. (Если в документации на дисплей не оговорено проектное расстояние наблюдения, то его принимают равным 50 см для дисплеев с размером экрана по диагонали 14 – 17" и 75 см – для экранов 19 – 21" [11].

Б. Требования к цветовым параметрам

При необходимости точной идентификации цвета знака в рядах буквенно-цифровых символов его высота не должна быть менее 20" и 30" для обособленных знаков при проектном расстоянии наблюдения.

Не следует применять насыщенный синий цвет, если размер изображения менее 2°.

Для чтения текстов, восприятия знаков и символов не следует применять при обратном контрасте синий и красный цвета на темном фоне и красный цвет на синем фоне, а при прямом контрасте – синий цвет на красном фоне.

Для точного опознания цветов должны применяться цветные изображения переднего плана на ахроматическом фоне или ахроматические изображения переднего плана на цветном фоне.

Число цветов, одновременно отображаемых на экране, должно быть минимальным, а в случаях когда есть необходимость проведения быстрого поиска, основанного на опознании цветов и параметры цвета вызываются из памяти ЭВМ, следует применять не более 6 цветов.

При необходимости идентификации и распознавания цветов прикладная программа должна предлагать устанавливаемый по умолчанию набор цветов, а когда цвет может быть изменен пользователем, то должна быть предусмотрена возможность его восстановления.

Насыщенные крайние цвета видимого спектра приводят к нежелательным эффектам глубины изображаемого пространства и не должны применяться для изображений, которые требуют непрерывного чтения или просмотра [14].

Контраст изображения по отношению к фону должен быть оптимальным: для графической информации необходимо использование прямого контраста, для текстовой – обратного. Допустимы также другие сочетания.

Должно обеспечиваться постоянство используемых цветов. Одни и те же объекты следует обозначать одинаковыми цветами.

Используемые цвета должны соответствовать устойчивым зрительным ассоциациям: красный – опасность, желтый – внимание, слежение, зеленый – разрешение и т.д.

Насыщенность цветов объектов по отношению к фону должна обеспечивать равномерное распределение яркости, яркостный контраст должен быть не менее чем 60%.

Следует использовать оптимальный выбор цветов для смыслового противопоставления объектов: красный – зеленый, синий – желтый, белый – черный.

Должно обеспечиваться оптимальное сочетание цвета и яркости изображения: красный – при высокой яркости, зеленый – в среднем диапазоне, желтый – в широком диапазоне, синий – при малой яркости.

В. Требования к пространственному размещению информации на экране монитора

Формы объектов должны соответствовать устойчивым зрительным ассоциациям, т.е. быть похожими на экране на формы реальных объектов.

Для графической информации обязательно должны использоваться логические ударения, желательно их использовать также для текстово-графической информации.

Логические ударения должны использоваться оптимально: наличие не более одного логического ударения в каждый момент времени, выделение логическим ударением главного объекта.

Последовательность логических ударений должна соответствовать оптимальному порядку восприятия информации.

Поля восприятия графической информации должны соответствовать оптимальному порядку изучения информации. При этом поля восприятия имеют следующие размеры:

поле точного восприятия: (3° вверх–вниз, 7° вправо–влево или (2.6 – 2.7 см, 4.8 – 5.2 см от оси зрения);

поле опознания расположения: (вверх 25° , вниз 35° , вправо и влево по 32° или (24 – 28 см, 34 – 40 см, 31 – 37 см от оси зрения);

поле высокозначимой информации: (15° или 14 – 16 см во все стороны от оси зрения);

поле главного объекта: (10° или 9–10 см во все стороны от оси зрения).

Должно обеспечиваться соответствие пространственного расположения информации на экране оптимальному порядку изучения.

Степень засоренности поля главного объекта не должна быть большой, т.е. превышать 4 – 6 второстепенных объектов в поле главного объекта.

Г. Требования к надписям, знакам и предъявляемому на экране тексту

Надписи, обозначающие объекты или органы управления, должны быть краткими, однозначно воспринимаемыми и читаться слева направо.

Допускается использование только тех слов, которые хорошо известны пользователю.

Сокращение слов нежелательно, в крайнем случае можно использовать только стандартные сокращения.

Параметры предъявляемого на экране текста должны удовлетворять следующим требованиям:

- высота знака – не менее 3 мм.
- отношение ширины буквы, цифры к высоте – в пределах 0.76 – 0.80
- толщина линии обводки в прямом контрасте – в пределах 10 – 15 % от высоты знака, в обратном контрасте – в пределах 12 – 16 % от высоты знака;
- расстояние между знаками – не менее 30 % от высоты знака.

- расстояние между строками – 1,5 – 2 высоты знака.
- длина строки – 40 – 80 знакомест.

Используемые в тексте слова должны соответствовать тезаурусу (словарию с полной смысловой информацией) пользователя, а его лингвистическая композиция обеспечивать доступность и понятность текста.

5.2.3 Эргономические требования к рабочему месту человека-оператора

Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы. Основными элементами рабочего места являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура, мышь; вспомогательными – пюпитр, подставка для ног.

А. Эргономические требования к рабочему столу

Конструкция и размеры рабочего стола должны обеспечивать возможность размещения на его рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы.

Стол может быть как регулируемым, так и нерегулируемым по высоте. Регулируемая высота рабочей поверхности должна изменяться в пределах от 680 до 800 мм, а нерегулируемого – составлять 725 мм.

Размеры рабочей поверхности должны быть: глубина – не менее 600 (800) мм, ширина – не менее 1200 (1600) мм (в скобках указаны предпочтительные величины).

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног не менее 650 мм.

Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев, а покрытие рабочей поверхности должно быть выполнено из диффузно отражающего материала с коэффициентом отражения 0,45 – 0,50 [14].

Б. Эргономические требования к рабочему стулу (креслу) оператора

Рабочий стул (кресло) должны обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы оператора в процессе трудовой деятельности, создавать условия для изменения позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины, а также для исключения нарушения циркуляции крови в нижних конечностях.

Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте, углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья.

В целях снижения статического напряжения мышц рук необходимо использовать стационарные или съемные подлокотники, регулирующиеся по высоте над сиденьем и внутреннему расстоянию между подлокотниками.

Поверхность сиденья должна иметь ширину и глубину не менее 400 мм, обеспечивать возможность изменения наклона от 15° вперед до 5° назад и быть регулируемой по высоте в пределах от 400 до 550 мм.

Опорная поверхность спинки стула (кресла) должна иметь высоту 300 ± 20 мм, ширину не менее 380 мм, радиус кривизны в горизонтальной плоскости 400 мм и регулируемый угол наклона в пределах $0^\circ \pm 30^\circ$ от вертикального положения. Расстояние спинки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах от 260 до 400 мм.

Подлокотники должны иметь длину не менее 250 мм, ширину 50 – 70 мм, иметь возможность регулироваться по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннему расстоянию между подлокотниками в пределах от 350 до 500 мм [14].

В. Эргономические требования к подставке для ног

Подставка для ног должна регулироваться по высоте в пределах до 150 мм и углу наклона опорной поверхности до 20°.

Ширина опорной поверхности подставки для ног должна быть не менее 300 мм, глубина – не менее 400 мм.

Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю должен быть предусмотрен бортик высотой 10 мм.

5.2.4 Эргономические требования к видеодисплейным терминалам и электронно-вычислительным машинам

Визуальные эргономические параметры видеотерминалов (ВДТ) являются параметрами безопасности, и их неправильный выбор способствует ухудшению здоровья пользователей.

Конструкция ВДТ, его дизайн и совокупность эргономических параметров должны обеспечивать надежное и комфортное считывание отображаемой информации в условиях эксплуатации.

Должна обеспечиваться возможность фронтального наблюдения экрана путем поворота корпуса в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси в пределах $\pm 30^\circ$ и в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси в пределах $\pm 30^\circ$ с фиксацией в заданном положении. Корпус ВДТ должен быть окрашен в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света, а клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность одного цвета с коэффициентом отражения 0,4 – 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

На лицевой стороне корпуса ВДТ не рекомендуется располагать органы управления, маркировку, какие-либо вспомогательные надписи и обозначения. При необходимости расположения органов управления на лицевой панели они должны закрываться крышкой или быть утоплены в корпусе.

Конструкция ВДТ должна предусматривать наличие ручек регулировки яркости и контраста, обеспечивающих возможность регулировки этих параметров от минимальных до максимальных значений [14].

5.2.5 Эргономические требования к помещениям, где размещены и используются средства вычислительной техники

Помещения с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Естественное освещение должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток, и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5 %.

Расположение рабочих мест с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей не допускается в подвальных помещениях, а во всех типах учебных заведений (общеобразовательных, средних, средних специальных и высших учебных заведениях) и дошкольных учреждениях – в цокольных и подвальных помещениях.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее $6,0 \text{ м}^2$, а объем – не менее $20,0 \text{ м}^3$, а во всех учебных и дошкольных учреждениях площадь – не менее $6,0 \text{ м}^2$, а объем – не менее 18 м^3 . В действующих компьютерных классах в порядке исключения допускается уменьшение площади на одно рабочее место, но не менее $4,5 \text{ м}^2$ при обязательном соблюдении оптимального микроклимата помещений.

Для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола – 0,3 – 0,5. Поверхность пола в помещениях эксплуатации ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна быть ровной, без выбоин, не скользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами [14].

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях в случаях преимущественной работы с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

В компьютерных классах всех типов учебных и дошкольных учреждений освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 400 лк (люминесцентное освещение), 200 лк (лампы накаливания); на экране ВДТ соответственно 200 и 100 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м^2 . Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом

яркость бликов на экране ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка при применении системы отраженного освещения не должна превышать 200 кд/м².

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ. При расположении компьютеров по периметру помещения линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору [14].

5.2.6 Эргономические требования к рабочей среде

А. Требования к микроклимату, содержанию вредных химических веществ и аэроионов в воздухе помещений

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ является вспомогательной (не основной), температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать характеру основной выполняемой работы в соответствии с действующими «Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений» Сан ПиН № 9-80 РБ 98.

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Оптимальные параметры микроклимата для помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая – 1а	22 – 24	40 – 60	0,1
	Легкая – 1б	21 – 23	40 – 60	0,1
Теплый	Легкая – 1а	23 – 25	40 – 60	0,1
	Легкая – 1б	22 – 24	40 – 60	0,2

Примечание. К категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч; к категории 1б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч.

В помещениях с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в дошкольных учреждениях и всех типах учебных заведений, включая вузы, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Оптимальные параметры микроклимата

Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
19	62	0,1
20	58	0,1
21	55	0,1

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Уровни ионизации воздуха помещений при работе с компьютерами

Уровни	Число ионов в 1 см ³ воздуха	
	n+	n–
Минимально необходимые	400	600
Оптимальные	1500 – 3000	3000 – 5000
Максимально допустимые	50000	50000

Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать уровней, нормируемых в СанПиН РБ №11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ».

Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), не должно превышать значений, установленных в перечне «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» №3086-84, утвержденных МЗ СССР от 27.08.84 г., и дополнений к нему, утвержденных МЗ РБ.

Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений с ВДТ и ПЭВМ в дошкольных и всех типах учебных заведений, включая вузы, не должно превышать среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха [14].

Б. Требования к параметрам физических факторов

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ является вспомогательной, уровни шума на рабочих местах не должны превышать значений, установленных для данных видов трудовой деятельности СН «Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни» №9-86 РБ 98, утвержденными 31.12.98 г. (см. таблицу 5.3).

При выполнении основной работы на ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчетные кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), во всех учебных и дошкольных учреждениях в помещениях с ВДТ и ПЭВМ (категория I) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА (таблица 5.4).

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль (категория II), уровень шума не должен превышать 60 дБА.

В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) (категория III) уровень шума не должен превышать 65 дБА.

Таблица 5.4 – Уровни звука, эквивалентные уровни звука и уровни звукового давления в октавных полосах частот

Категория нормы шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
II	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
III	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
IV	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (АЦПУ, принтеры и т.п.), подпадающих под категорию IV уровня шума, уровень звука не должен превышать 75 дБА (см. таблицу 5.4).

При работе ВДТ уровни напряженности, плотности магнитного потока электромагнитного поля, напряженности электростатического поля не должны превышать допустимых значений, приведенных в таблице 5.5:

- на расстоянии 50 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхностей видеомонитора – при работе с ним детей 11 – 12-х классов, учащихся средних специальных, профессионально-технических и высших учебных заведений и взрослых пользователей;

- на расстоянии 30 см от экрана, правой, левой, верхней и тыльной поверхностей видеомонитора – при работе с ним детей дошкольного возраста и учащихся 1 – 10-х классов.

Допустимые уровни напряженности (плотности потока мощности) электромагнитных полей, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», беспроводными системами передачи информации и иными вновь разработанными устройствами в зависимости от основной рабочей частоты изделия, не должны превышать значений, приведенных в таблице 5.6.

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты 50 Гц, создаваемые монитором, системным блоком, клавиатурой, изделием в целом, не должны превышать 0,5 кВ/м.

Таблица 5.5 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля. Электрическая составляющая, не более: диапазон частот 5 Гц – 2 кГц диапазон частот 2 – 400 кГц	25,0 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока не более: диапазон частот 5 Гц – 2 кГц диапазон частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Напряженность электростатического поля, не более	15 кВ/м

Таблица 5.6 – Допустимые уровни электромагнитных полей

Диапазоны частот	0,3–300 кГц	0,3–3,0 МГц	3,0–30,0 МГц	30,0–300,0 МГц	0,3–300 ГГц
Допустимые уровни	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²

Допустимые уровни напряженности электростатического поля, создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», изделием в целом, не должны превышать 15,0 кВ/м.

Интенсивность инфракрасного (ИК) и видимого излучения от экрана видеомонитора не должна превышать:

- 0,1 Вт/м² в видимом (400 – 760 нм) диапазоне,
- 0,05 Вт/м²: в ближнем ИК-диапазоне (760 – 1050 нм),
- 4 Вт/м² в дальнем (свыше 1050 нм) ИК-диапазоне.

Интенсивность ультрафиолетового излучения от экрана видеомонитора не должна превышать:

- 0,0001 Вт/м² в диапазоне 280 – 315 нм,
- 0,1 Вт/м² в диапазоне 315 – 400 нм,
- излучение в диапазоне 200 – 280 нм не допускается.

Конструкция ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна обеспечивать безопасный для пользователя уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке пространства на расстоянии 0,05 м от экрана и частей корпуса ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ при любых положениях регулировочных устройств. Уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения не должен превышать $7,74 \times 10^2$ А/кг (ампер на килограмм), что соответствует эквивалентной дозе, равной 0,1 мбэр/ч (100 мкР/ч; 0,03 мкР/с) [14].

5.2.7 Эргономические требования к организации режима труда и отдыха при работе с компьютерами

Режимы труда и отдыха при работе с ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ должны определяться видом и категорией трудовой деятельности. При этом виды трудовой деятельности разделяются на три группы:

- группа А – работа по считыванию информации с экрана ВДТ, ПЭВМ или ЭВМ с предварительным запросом;
- группа Б – работа по вводу информации;
- группа В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50 % времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ (таблица 5.7), которые определяются:

- для группы А – по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену;
- для группы Б – по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену;
- для группы В – по суммарному времени непосредственной работы с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ за рабочую смену, но не более 6 ч за смену.

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений, учителей общеобразовательных школ устанавливается длительность работы в дисплейных классах и кабинетах информатики и вычислительной техники не более 4 ч в день, для инженеров, обслуживающих учебный процесс, – не более 6 ч в день.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы, их продолжительность в течение рабочей смены следует устанавливать в зависимости от ее продолжительности, вида и категории трудовой деятельности (см. таблицу 5.7).

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов.

При восьмичасовой рабочей смене и работе на ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для I категории работ – через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый;
- для II категории работ – через 2 ч от начала рабочей смены и через 1,5 – 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый или продолжительностью 10 мин через каждый час работы;
- для III категории – через 1,5 – 2 ч от начала рабочей смены и через 1,5 – 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 20 мин каждый или продолжительностью 15 мин через каждый час работы.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития статического утомления целесообразно выполнять специальные комплексы упражнений.

С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности целесообразно применять чередование операций.

В случаях возникновения у работающих с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение гигиенических регламентов, эргономических требований, режимов труда и отдыха, следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ, коррекцию длительности перерывов для отдыха или производить смену деятельности, не связанную с использованием ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ.

Таблица 5.7 – Время регламентированных перерывов при работе со средствами вычислительной техники

Категория работы	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50	90
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70	120

Примечание. При несоответствии фактических условий труда требованиям Сан ПиН 9-131-РБ 2000 время регламентированных перерывов следует увеличить на 30 %.

Работающим на ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ с высоким уровнем напряженности во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях (комната психологической разгрузки) [14].

5.2.8 Эргономические требования к организации режима работы со средствами вычислительной техники в вузах

Работа на компьютерах должна проводиться в индивидуальном ритме. Двигательный режим и темп работы на ПЭВМ в компьютерном классе должны быть свободными.

При учебной работе в компьютерных классах обязательно чередование теоретической и практической работы с ПЭВМ на протяжении занятия.

Длительность работы с компьютером не должна превышать:

– у студентов ВУЗов первых трех курсов – 3 ч в день; старшекурсников – не более 4 ч.

Для предупреждения развития переутомления при работе с ВДТ и ПЭВМ необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

– устраивать перерывы после каждого академического часа занятий, независимо от учебного процесса, длительностью не менее 10 мин;

– проводить во время перерывов сквозное проветривание компьютерного класса с обязательным выходом учащихся из него;

– проводить упражнения для глаз через каждые 20 – 25 мин работы на ВДТ и ПЭВМ.

– Для снятия статического напряжения в течение 1 – 2 мин должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально или организовано при появлении начальных признаков утомления.

– Для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног следует проводить физкультпаузы во время перерывов в течение 3 – 4 мин.

Комплексы упражнений приведены в Сан ПиН 9-131 РБ 2000, их следует менять через 2 – 3 недели [14].

5.3 Обеспечение эргономичности пользовательского интерфейса систем «человек–компьютер–среда»

Термином «эргономичность» как синонимом «юзабилити» применительно к компьютерной технике и системам называют концепцию разработки пользовательских интерфейсов программного обеспечения, ориентированную на максимальное психологическое и эстетическое удобство пользователя. Интерфейс определяет способ, с помощью которого пользователь взаимодействует с компьютером. Приспособленный к человеческому восприятию интерфейс является фундаментом для построения любого компьютера, операционной системы или программных приложений. Интерфейс объединяет устройства ввода, вывода и программное обеспечение, которое обслуживает их.

К аппаратному обеспечению компьютерного интерфейса относятся клавиатура, манипулятор типа мышь, джойстик, системный блок, монитор. Программное обеспечение пользовательского интерфейса содержит все, что помогает пользователю видеть, слышать, отмечать, трогать на экране компьютера, а также информацию, с которой пользователь работает. Кроме того, в интерфейсе

есть печатная и электронная информация: справочники, руководства, учебники и много другой документации, дополняющей программное и аппаратное обеспечение. Это делает взаимодействие с программными и аппаратными средствами интерфейса более удобным и позволяет человеку общаться с компьютером, а компьютеру – представлять информацию пользователю.

Без эргономичного пользовательского интерфейса даже выдающаяся система не будет успешной. Поэтому проектирование таких пользовательских интерфейсов должно быть ключевым элементом в разработке программного обеспечения.

В основе принципов разработки пользовательского интерфейса лежат психологические особенности и возможности человека.

Наиболее полно принципы проектирования пользовательского интерфейса разработаны корпорацией Microsoft. Они изложены в специальном руководстве, которое доступно как файл справочной системы Windows.

Эти принципы применимы ко всему программному и аппаратному обеспечению, во всех типах и стилях интерфейсов. Их актуальность объясняется основным способом диалога с машиной – при помощи команд.

При проектировании компьютерных систем рекомендуется руководствоваться рядом правил. Первым из них является предоставление пользователю возможности осуществлять контроль над системой, т.е. система должна иметь такой интерфейс, который позволял бы пользователю в полном объеме решать стоящие перед ним задачи, осуществляя контроль гибко, комфортно и с экономией сил. Для обеспечения этого выбирается тот или иной принцип проектирования:

- предоставление пользователю возможности выбирать работу либо мышью, либо клавиатурой, либо их комбинацией;
- предоставление пользователю возможности переключать внимание (прерываемость);
- предоставление пользователю полезных сообщений;
- создание условий для немедленных и обратимых действий, а также обратной связи;
- приспособление системы к пользователю с различным уровнем подготовки;
- создание пользовательского, более понятного интерфейса, а также обеспечение возможности настраивать интерфейс по своему вкусу, т.е. делать его более приспособляемым и др.

Вторым правилом при проектировании компьютерных систем является уменьшение нагрузки на память пользователя. Основными принципами, позволяющими снизить загрузку памяти пользователя, являются:

- уменьшение загрузки кратковременной памяти;
- информирование пользователя путем предоставления визуальных заставок;
- применение раскрытия и объяснения понятий и действий;
- увеличение визуальной ясности и др.

Третьим, не менее важным правилом, которым рекомендуется руководствоваться, является создание интерфейса совместимым, т.е. все программы должны быть совместимыми, а интерфейс последовательным.

Визуальное и графическое проектирование программного обеспечения и пользовательского интерфейса базируются на знании теории визуального восприятия. При этом каждая строка, каждый управляющий элемент, блок, часть текста, цвет и рисунок, появляющиеся на экране, оказывает влияние на пользователя как по отдельности, так и в комбинации со всем остальным.

При работе с визуальным представлением информации многие авторы рекомендуют иметь в виду два фактора: графическое превосходство и графическую целостность. «Графическое превосходство» состоит из комплексных идей, связанных с ясностью, точностью и эффективностью [7,8]. Графическая целостность представляет собой использование графических средств для точного отображения данных.

В сознании людей различные цвета ассоциируются с эмоциональным состоянием. Известно, что теплые цвета (красный, оранжевый и желтый с их оттенками) пробуждают активность и возбуждение, а холодные (синий, фиолетовый, зеленый, серый) имеют умиротворяющее и успокаивающее действие. Несмотря на то что в прежние времена цвет являлся наименее используемым элементом в разработке пользовательского интерфейса, в настоящее время подготовлены рекомендации по его применению как в аппаратном, так и в программном обеспечении компьютерных систем. Вместе с тем цвет в пользовательском интерфейсе «должен использоваться с большой аккуратностью» [7,8]. При правильном использовании цвет может быть важным инструментом, повышающим информационность системы. Неправильное использование цвета, наоборот, может существенно снизить качество системы.

Поскольку цвет является сильным средством привлечения внимания, обилие оттенков может быть использовано для того, чтобы привлечь внимание пользователя к экрану. Использование цветов помогает сделать интерфейс более «дружественным и легким в использовании». Операционные системы имеют стандартные цветовые палитры и схемы. Поэтому разработчики могут легко использовать их при разработке интерфейса.

Исследования в области восприятия цвета и особенностей зрения позволили установить несколько общих принципов эффективного использования цвета. С точки зрения психофизиологии рекомендуется:

- не применять одновременно высоко насыщенные и спектрально интенсивные цвета;
- избегать насыщенно-синего цвета текстов, тонких линий и малых форм;
- не использовать близкие цвета, отличающиеся только количеством синего;
- избегать красного и зеленого цветов на периферии;

– чаще сочетать противоположные цвета (красный – зеленый, синий – желтый и т.п.) и др.

С точки зрения восприятия цветов рекомендуется иметь в виду, что освещенность и яркость различимы на отпечатанном документе, но не на цветном дисплее, что не все цвета одинаково разборчивы и читаемы и что на малых поверхностях цветовые различия плохо заметны.

С точки зрения познавательности, злоупотреблять цветом не рекомендуется. При размещении цветов необходимо учитывать их спектральное расположение, а теплые и холодные цвета должны указывать на уровень действия.

Тестирование показывает, что цветовое кодирование является эффективным средством повышения качества интерфейса. Однако цвет в интерфейсе, как показывает опыт, необходимо применять осторожно и экономно [7,8,11,13].

Рекомендации по использованию звука, как и цвета, в большей степени основаны на особенностях человеческого восприятия. Рекомендации по тому, когда следует применять звуковые и визуальные средства для отображения информации, разрабатывались многими исследователями и в основном сводятся к следующему:

1) как при звуковой, так и при визуальной формах представления сообщение должно быть простым и коротким;

2) при звуковой форме сообщение призывает к немедленному ответному действию, а при визуальной такой призыв не предусматривается;

3) звуковая форма сообщения возможна, если перегружена визуальная система и характер работы требует постоянного перемещения пользователя.

В основном современном компьютерном программном обеспечении используется звуковая обратная связь в виде коротких «бигов», сигнализирующих о допущенной ошибке или неправильно выбранном варианте. Звуковое сообщение в отдельных случаях может быть весьма полезным, например при сообщении о получении новой почты и т.п.

Использование анимации в пользовательских интерфейсах может сделать их более понятными и эффективными при отображении сложных процессов, протекающих во времени. Анимация как изменение во времени визуального представления графического элемента может использоваться для совершенствования визуальной связи между компьютерами и пользователями.

Большинством современных графических пользовательских интерфейсов применяется обычно минимальный набор методов анимации для отображения действий, выполнения и состояния процесса, запущенного пользователем или системой. Анимация, используемая в распространенном интерфейсе операционной системы, включает в себя изменяющие масштаб и уменьшающиеся при открывании и закрывании окна иконки песочных и обычных часов для отображения выполнения кратких процессов, а также индикаторы выполнения для более длительных процессов.

Анимация может применяться для выделения важных иконок, отображения состояния определенного объекта.

Пользовательский интерфейс должен быть предельно наглядным, чтобы пользователям не приходилось строить догадки о том, как взаимодействовать с тем, что отображено на экране.

Компоновка и разработка элементов окна, так же как и цвет, шрифт, размер, тип управляющих элементов, вопросы симметричности, выделение и множество других факторов – все оказывает влияние на окончательный вид самого простого окна.

При разработке интерфейса и компоновке окна следует иметь в виду, что асимметрия – это активное состояние, при котором цвета воспринимаются как принадлежащие к одной группе, а симметрия означает состояние покоя; элементы одинакового размера и цвета воспринимаются как принадлежащие к одной группе. Создавать экранные объекты необходимо «по образу и подобию объектов из реального физического мира».

Для ускорения работы пользователя вместо выбора с помощью списков лучше использовать поля ввода данных. Текстовые методы ввода быстрее и предпочтительнее других методов. Однако при использовании текстовых полей ввода имеет место тенденция к увеличению числа ошибок. Если информация, которую пользователю требуется ввести, не может быть легко определена или сжата, то используются поля ввода, в альтернативных случаях используются списки. Однако чередование между этими двумя методами ввода замедляет работу пользователя.

Поля ввода используются для заполнения форм и ввода текста в поле поиска. Проектировщики должны стараться минимизировать количество информации, вводимой пользователями, и, в первую очередь, избегать ситуаций, когда пользователь вынужден вводить одну и ту же информацию несколько раз. Требование повторного ввода данных ставит дополнительную задачу перед пользователями и увеличивает возможность ошибок ввода. Когда информация, введенная пользователем на одной странице, требуется на другой странице, компьютер должен отыскать оригинальные данные, вместо того чтобы требовать повторного ввода той же самой информации.

Каждое поле ввода должно быть ясно и последовательно маркировано метками, помещенными близко к полям ввода. Рекомендуется помещать автоматически мерцающий курсор в первой области ввода данных, чтобы облегчить быстрый ввод информации. С этой же целью следует различать необходимые и дополнительные поля ввода данных. Различие между ними на экране должно быть очевидно. Звездочки «*» и маркирующие имена полей ввода данных являются двумя популярными и эффективными методами различения между дополнительными и необходимыми полями ввода данных. Однако исследования показали, что простой текст предпочтительнее по сравнению с использованием угловых скобок, пометки или цвета для указания обязательных полей [7,8,11,13].

Поля ввода данных следует называть последовательно, так, чтобы один и тот же элемент данных имел одинаковое название на различных страницах. По возможности, следует использовать непротиворечивые маркирующие условные

обозначения. Например не использовать единичные слова или фразы для одних меток и короткие предложения для других или глаголы для одних и существительные для других меток. Описательные метки должны быть ясными и краткими, достаточно явными, чтобы они не смущали пользователей при вводе данных. Это может быть сделано, например, выделением метки жирным шрифтом. Не стоит создавать новый жаргон, маркируя области ввода данных, следует использовать общие термины, а не произвольные метки. Если имеет смысл внести неопределенность в название, необходимо протестировать удобство и простоту использования такой метки с компетентными пользователями. Размещать метки нужно близко к полям ввода данных, чтобы пользователь идентифицировал метку как описание области ввода данных. Размещение меток далеко от области ввода данных замедляет интенсивность ввода информации пользователями.

Проектировщики должны также пытаться минимизировать использование клавиши «SHIFT», делая введенные пользователем команды независимыми от регистра. Следует обрабатывать введенные пользователем заглавные и строчные буквы как эквивалентные, если нет обоснованной причины делать иначе (такой, как увеличение безопасности паролей). Если такие причины существуют, необходимо четко сообщить пользователю о том, что он должен вводить команды определенным образом.

Пользователи должны видеть все вводимые данные. Всегда найдутся пользователи, которые введут больше данных, чем может быть показано без прокрутки; несмотря на это, потребность прокрутить или переместить курсор, чтобы увидеть все данные поля, должна быть сокращена. Если есть символичный предел для специфической области, нужно сообщить об этом около области ввода. Проектировщики должны подробно знать о длине областей ввода данных, используемых для того, чтобы ввести сроки поиска. Исследования показали, что область ввода должна быть достаточно длинной и включать в себя по крайней мере 35 – 40 символов, чтобы обеспечить 95 % используемых элементов поиска. Области ввода данных должны быть достаточно широкими настолько, чтобы пользователь мог видеть все введенные данные без прокрутки.

Проектировщики должны предусматривать возможные ошибки пользователей и стараться передать компьютеру ответственность за идентификацию этих ошибок и предложение способов исправления. Например если введена дата «31 февраля», компьютер должен выдать сообщение об ошибке с просьбой повторить ввод. Предупредить типичные ошибки пользователей при вводе данных можно следующими способами:

- разделить длинные элементы данных на более короткие разделы и для ввода данных, и для их отображения. Например легче ввести и проверить десять цифровых номеров телефона, когда введено три группы, NNN-NNN-NNNN;

- использовать одинаковый способ ввода данных, не допускать, чтобы пользователи переключались назад и вперед между методами ввода данных; многочисленные переключения с клавиатуры на мышь и обратно на клавиатуру существенно замедляют скорость ввода;

– определить желательные единицы измерения с метками полей, вместо того чтобы требовать от пользователей их ввода. Проектировщики должны включить единицы измерения, такие как минуты, унции или сантиметры и т.д., как часть метки области ввода данных. Это сократит количество нажатий клавиш, требующееся от пользователей (ускорит процесс ввода данных), и уменьшит вероятность ошибок;

– отобразить значения по умолчанию всякий раз, когда может быть определен вероятный выбор значения по умолчанию [7,8,11.12].

Проектировщики также должны обеспечивать легкодоступный обзор информации, особенно это касается веб-страниц, где необходимо использовать понятные, хорошо расположенные заголовки, короткие фразы и предложения и небольшие по объему абзацы. Пользователи чаще всего просматривают заголовки, но не читают полный текст содержания, – это приводит к потере необходимых данных при большом количестве текста.

Исследования показали, что около 80 % пользователей просматривают любую новую страницу и только 16 % из них читают каждое слово. Пользователи тратят около 12 % своего времени для поиска необходимой информации на странице. Для обеспечения нахождения информации следует располагать важные заголовки в верхнем центральном месте страницы.

Пользователи имеют склонность пробегать глазами всю информацию и только после нахождения необходимой – читать. Проектировщикам следует помочь пользователям просматривать бегло большие куски информации. Также нужно помнить, что пользователи от 70 лет и старше склонны просматривать информацию намного медленнее, чем те, кто младше 39. Необходимая информация должна быть доступна для обозрения. Также нельзя вынуждать пользователя запоминать информацию, полученную на предыдущей странице. Ведущая информация должна быть сохранена в случаях, когда пользователи пролистывают таблицы с данными, или встречаться достаточно часто, чтобы отображаться при каждом просмотре и пролистывании. Например если заглавная строка таблицы исчезает при прокрутке данных, то это может плохо повлиять на способности пользователей адекватно воспринимать предоставляемую информацию из-за превышения лимита оперативной памяти пользователя.

Вся информация, относящаяся к одной теме, должна быть сгруппирована. Это способствует снижению затрачиваемого пользователями времени для просмотра или изучения информации на экране. Пользователи будут обращать внимание на группы сходных элементов, расположенных в одном месте.

Для веб-сайтов актуально, чтобы критически важная информация находилась как можно ближе к стартовой странице. Для пользователя это снижает необходимость просматривать большое количество страниц. Чем больше шагов необходимо пользователю сделать, тем больше вероятность того, что он сделает неправильный выбор. Важная информация должна быть доступна после двух-трех нажатий, наиболее популярные темы должны находиться с наименьшим количеством нажатий. Исследования показали, что время на выполнение задания пропорционально количеству нажатий пользователей начи-

ная со стартовой страницы. Выяснилось, что пользователи будут продолжать переходить по ссылкам до тех пор, пока считают, что они в состоянии приблизиться к цели. Другие исследования показали, что, когда пользователь пытается достигнуть цели, вероятность того, что он покинет сайт после трех нажатий, не больше чем после двенадцати [7,8,11,13].

При условии соблюдения всех вышеперечисленных рекомендаций при проектировании экранных интерфейсов значительно повышается эффективность работы пользователя и снижается утомляемость.

Особое внимание следует уделять разработке интерфейсов для неподготовленных пользователей. *Неподготовленные пользователи* – это люди, которые осваивают вновь появляющиеся программные продукты в минимальном объеме, достаточном лишь для выполнения их основных задач. При проектировании интерфейсов для таких пользователей надо учитывать следующие особенности:

- имеющийся опыт работы пользователя;
- неуверенность пользователя в себе;
- повышенное внимание пользователя к деталям;
- незнание пользователем специальной терминологии.

Поэтому при проектировании интерфейсов для неподготовленных пользователей необходимо учитывать следующие рекомендации:

- использовать терминологию, понятную рядовому пользователю, избегать специальных терминов;
- делать тексты простыми, короткими и ясными;
- по возможности, использовать стандартные элементы управления (или максимально приближенные к стандартным);
- применять больше контекстных подсказок;
- делать настройки по умолчанию оптимальными;
- использовать больше метафор из реальной жизни.

5.4 Стандарты по эргономическому проектированию СЧКС

5.4.1 Международные стандарты

1 IEC/TR 61997:2001 – Руководящие указания для интерфейса пользователя в мультимедийном оборудовании общего назначения.

2 ISO 6385:2004 – Принципы эргономические, применяемые при конструировании рабочих систем.

3 ISO 9241-1:1997 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 1. Общее введение.

4 ISO 9241-2:1992 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 2. Руководство по требованиям к рабочим заданиям.

5 ISO 9241-4:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 4. Требования к клавиатуре.

- 6 ISO 9241-5:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 5. Размещение автоматизированного рабочего места и требования к положению тела оператора.
- 7 ISO 9241-6:1999 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 6. Руководство по рабочей обстановке.
- 8 ISO 9241-7:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 7. Требования к дисплею с отражениями.
- 9 ISO 9241-9:2000 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 9. Требования к устройствам ввода, не снабженным клавиатурой.
- 10 ISO 9241-11:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 11. Руководство по использованию.
- 11 ISO 9241-12:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 12. Представление информации.
- 12 ISO 9241-13:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 13. Руководство пользователя.
- 13 ISO 9241-14:1997 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 14. Диалоги типа выбора меню.
- 14 ISO 9241-15:1997 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 15. Диалоговое взаимодействие посредством команд
- 15 ISO 9241-16:1999 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 16. Диалоговое взаимодействие посредством манипуляций.
- 16 ISO 9241-17:1998 – Требования эргономические к видеотерминалам (VDT), используемым для работы в офисе. Часть 17. Диалоговое взаимодействие посредством заполнения форм.
- 17 ISO 9241-20:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 20. Руководство по доступности оборудования и услуг информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).
- 18 ISO 9241-110:2006 – Эргономика взаимодействия «человек-система». Часть 110. Принципы диалогового взаимодействия.
- 19 ISO 9241-151:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 151. Руководство, касающееся пользовательских веб-интерфейсов.
- 20 ISO 9241-171:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 171. Руководство, касающееся доступности программного обеспечения.
- 21 ISO 9241-300:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 300. Введение в требования к электронным дисплеям.
- 22 ISO 9241-302:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 302. Терминология, касающаяся электронных дисплеев.
- 23 ISO 9241-303:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 303. Требования к электронным дисплеям.

- 24 ISO 9241-400:2007 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 400. Принципы и требования к физическим устройствам ввода.
- 25 ISO 9241-410:2008 – Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 410. Критерии проектирования физических устройств ввода.
- 26 ISO 9355-1:1999 – Требования эргономические к конструкции дисплеев и органов управления. Часть 1. Взаимодействие пользователя с дисплеями и органами управления.
- 27 ISO 9355-2:1999 – Требования эргономические к конструкции дисплеев и органов управления. Часть 2. Дисплеи.
- 28 ISO 11064-2:2000 – Проектирование центров управления эргономическое. Часть 2. Принципы организации залов управления.
- 29 ISO 11064-4:2004 – Проектирование центров управления эргономическое. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест.
- 30 ISO 11064-5:2008 – Проектирование центров управления эргономическое. Часть 5. Устройства отображения информации и средства управления.
- 31 ISO 11064-6:2005 – Проектирование центров управления эргономическое. Часть 6. Требования к состоянию окружающей среды для центров управления.
- 32 ISO 13406-1:1999 – Требования эргономические, связанные с использованием видеотерминалов на индикаторных панелях. Часть 1. Введение.
- 33 ISO 13407:1999 – Аспекты эргономические проектирования диалоговых систем.
- 34 ISO 14915-1:2002 – Эргономика программного обеспечения для мультимедийных интерфейсов пользователя. Часть 1. Принципы и структура проектирования.
- 35 ISO 14915-2:2003 – Эргономика программного обеспечения для мультимедийных интерфейсов пользователя. Часть 2. Мультимедийная навигация и управление.
- 36 ISO 14915-3:2002 – Эргономика программного обеспечения для мультимедийных интерфейсов пользователя. Часть 3. Отбор и комбинация данных.
- 37 ISO 15534-3:2000 – Конструирование с учетом требований эргономики для обеспечения безопасности механического оборудования. Часть 3. Антропометрические данные.

5.4.2 Стандарты РБ, РФ, стран СНГ

- 1 ГОСТ ЕН 894-2-2002 – Безопасность машин. Эргономические требования по конструированию средств отображения информации и органов управления. Часть 2. Средства отображения информации.
- 2 ГОСТ 30.001-83 – Система стандартов эргономики и технической эстетики. Основные положения.
 - 1 ГОСТ 21829-76 – Система «человек–машина». Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования.
 - 2 СТБ ЕН 547-3-2003 – Безопасность машин. Размеры тела человека. Часть 3. Антропометрические данные.

- 3 СТБ ИСО 14738-2007 – Безопасность машин. Антропометрические требования для проектирования рабочих мест машин.
- 4 СТБ ЕН 894-3-2003 – Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.
- 5 СТБ ЕН 1005-1-2003 – Безопасность машин. Физические характеристики человека. Часть 1. Термины и определения.
- 6 СТБ ЕН 894-2-2005 – Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 2. Индикаторы.
- 7 СТБ ЕН 894-1-2003 – Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления.
- 8 СТБ ЕН 614-1-2007 – Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы.
- 9 СТБ ЕН 614-2-2005 – Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 2. Взаимосвязь между компоновкой машин и рабочими заданиями.
- 10 ГОСТ 26387-84 – Межгосударственный стандарт. Система «человек–машина». Термины и определения.
- 11 ГОСТ 12.2.032-78 – Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 12 ГОСТ 12.2.033-78 – Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
- 13 ГОСТ 12.2.049-80 – Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
- 14 ГОСТ Р 50923-96 – Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.
- 15 ГОСТ Р 50948-2001 – Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.
- 16 ГОСТ Р 50949-23001 – Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности.
- 17 ГОСТ Р 52324-2005 – Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях. Часть 2. Эргономические требования к дисплеям с плоскими панелями.
- 18 ГОСТ Р 52871-2007 – Дисплеи для слабовидящих. Требования и характеристики

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Душков, Б. А. Основы инженерной психологии : учебник для студентов вузов / Б. А. Душков, А. В. Королев, Б. А. Смирнов; Под ред. Б. А. Душкова. – М. : Академический проект; Екатеринбург : Деловая книга, 2002. – 576 с.
- 2 Справочник по инженерной психологии / Б. Ф. Ломов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 368 с.
- 3 Логунова, О. С. Человеко-машинное взаимодействие: теория и практика : учеб. пособие / О. С. Логунова, И. М. Ячиков, Е. А. Ильина. – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 285 с.
- 4 Вайнштейн, Л. А. Эргономика : учебное пособие / Л. А. Вайнштейн. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2010 – 325 с.
- 5 Войненко, В. М. Эргономические принципы конструирования / В. М. Войненко, В. М. Мунипов. – Киев : Тэхника, 1988. – 119 с.
- 6 Мунипов, В. М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
- 7 Гаррет, Дж. Веб-дизайн: книга Джесса Гаррета. Элементы опыта взаимодействия / Дж. Гаррет; пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2008. – 192 с.
- 8 Калиновский, А. И. Юзабилити: как сделать сайт удобным / А. И. Калиновский. – Минск : Новое знание, 2005. – 220 с.
- 9 Круг, С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!» / С. Круг; пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2005. – 200 с.
- 10 Уодтке, К. Информационная архитектура: чертежи для сайта / К. Уодтке; пер. с англ. – М. : НОУ «ОЦ КУДИЦ-ОБРАЗ», 2004. – 320 с.
- 11 Купер, А. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман., Д. Кронин; пер. с англ. – М. : Символ-Плюс, 2009. – 688 с.
- 12 Демарко, Т. Человеческий фактор. Успешные проекты и команд / Т. Демарко, Т. Листер; пер. с англ. – М. : Символ-Плюс, 2009. – 259 с.
- 13 Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин; пер. с англ. – М. : Символ-плюс, 2005. – 272 с.
- 14 Сан ПиН 9-131-РБ 2000. – Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы. – Минск, 2000. – 18 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ
ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной психологии и эргономики

Дисциплина: Теория и практика инженерно-психологического
проектирования и экспертизы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту на тему:

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК–КОМПЬЮТЕР–СРЕДА» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА-ДИСПЕТЧЕРА

БГУИР КП 1-58 01 01 006 ПЗ

Студент: гр. 610901 Гедранович Ю. А.

Руководитель: доцент Шупейко И. Г.

Минск 2012

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой ИПиЭ _____

«_____» сентября 2012 г.

З А Д А Н И Е

по курсовому проектированию

Студенту *Гедранович Ю. А.*

1. Тема проекта: *Эргономическое проектирование системы «человек-компьютер-среда» для исследования деятельности оператора-диспетчера*
2. Сроки сдачи студентом законченного проекта *15.12.2012 г.*
3. Исходные данные к проекту
 - 3.1. *Описание лабораторной работы в книге Шупейко, И. Г. Теория и практика инженерно-психологического проектирования и экспертизы. Минск : БГУИР, 2010. С. 81–84.*
 - 3.2. *Контингент пользователей – студенты и преподаватели вуза.*
 - 3.3. *Характеристика помещения, где размещено рабочее место – учебная лаборатория.*
 - 3.4. *Параметры рабочей среды рабочего места – оптимальные и допустимые.*
 - 3.5. *Продолжительность работы пользователя – 2 академических часа (90 мин).*
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке):
 - 4.1. *Анализ функций, выполняемых СЧКС.*
 - 4.2. *Определение содержания функций СЧКС.*
 - 4.3. *Распределение функций между человеком и техникой в системе.*
 - 4.4. *Разработка структуры СЧКС и структуры программы, обеспечивающей функционирование технического звена системы.*
 - 4.5. *Проектирование деятельности человека в системе (разработка алгоритмов работы пользователя).*

Продолжение приложения

4.6. Анализ эргономических показателей, определяющих эффективность функционирования СЧКС.

4.7. Обоснование эргономических требований к СЧКС и разработка их номенклатуры.

4.8. Разработка сценария функционирования СЧКС с проработкой мероприятий по обеспечению эргономических требований к компоновке информации, предъявляемой пользователю на экране дисплея.

4.9. Разработка требований к производственному помещению, рабочему месту и режиму работы пользователя.

4.10. Разработка требований к производственной среде рабочего места пользователя.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков):

5.1. Структурная схема СЧКС.

5.2. Алгоритмы работы пользователя.

5.3. Структурная схема программы, обеспечивающей работу системы.

5.4. Блок-схема программы, обеспечивающей работу системы.

5.5. Эскиз компоновки рабочего места пользователя.

6. Консультант по проекту (с указанием разделов проекта) *доцент Шупейко И. Г.*

7. Дата выдачи задания *15.09.2012 г.*

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов):

1-я опрoцентовка – 06.10.2012 г. (п. 4.1 – 4.4, 5.1 и 5.3);

2-я опрoцентовка – 03.11.2012 г. (п. 4.5 – 4.7, 5.2.);

3-я опрoцентовка – 08.12.2012 г. (п. 4.6 – 4.10, 5.4 – 5.6).

РУКОВОДИТЕЛЬ _____

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

(дата и подпись студента)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
1 Описание системы.....	
2 Анализ функций, выполняемых СЧКС.....	
3 Определение содержания функций СЧКС.....	
4 Распределение функций между человеком и техникой в системе.....	
5 Разработка структуры СЧКС и структуры программы, обеспечивающей функционирование технического звена системы.....	
6 Проектирование деятельности человека в системе «человек–компьютер–среда».....	
7 Анализ факторов, определяющих эффективность функционирования СЧКС.....	
8 Обоснование эргономических требований к системе и разработка их номенклатуры.....	
9 Разработка сценария информационного взаимодействия пользователя и персонального компьютера	
10 Разработка требований к рабочему месту и производственной среде.....	
Заключение.....	
Список использованных источников.....	
Ведомость документов.....	
Приложение	

ВВЕДЕНИЕ

При создании современных систем ученым необходимо опираться на множество факторов: стоимость системы, её быстродействие, удобство пользования ею, безопасность функционирования и др. Эти факторы можно отнести к одной из трёх групп: требования к человеку, требования к оборудованию и требования к рабочей среде. Идея эргономического проектирования системы состоит в том, чтобы рассматривать человека, технику и условия среды как звенья сложного функционирующего объекта, определить которые без уяснения характера взаимосвязей не представляется возможным.

Данный курсовой проект направлен на эргономическое проектирование одного из видов современных систем – системы «человек–компьютер–среда». Прделанная работа будет считаться успешной, если по её окончании получится система, эффективная с точки зрения затрат на её разработку, изготовление, функционирование, отбор и обучение обслуживающего персонала и др.; обеспечивающая условия рабочей среды, не наносящие вред персоналу; способствующая личностному развитию пользователей. Система должна соответствовать уровню развития науки на момент её создания, быть эстетически привлекательной и удобной для работы в ней человека. В результате выполнения курсового проекта необходимо разработать проект деятельности оператора-диспетчера с реализацией эргономических требований, соответствующих такой деятельности.

1 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

В современном мире практически любая деятельность требует от человека принятия решений, но особенно важен этот этап работы для операторов-диспетчеров. Работая в условиях ограниченного времени и большого числа одновременно обрабатываемых объектов, эти люди несут очень большую ответственность за принимаемые решения, ведь от правильности их действий зависит работа сложных механизмов и часто здоровье и жизнь людей.

Проектируемая система «человек–компьютер–среда» предназначена для изучения влияния количества объектов на эффективность деятельности оператора-диспетчера. Система может использоваться для проведения различных научных исследований, а также в учебных целях с ограничением возможности получения доступа к результатам автоматической обработки данных эксперимента для студентов. Студент должен самостоятельно производить вычисления и делать выводы, исходя из экспериментально полученных данных, а преподаватель может сравнить результаты работы испытуемого с правильными результатами, полученными автоматически.

Система должна обеспечивать создание стимульного материала, вариантов заданий в соответствии с целями ее использования, организацию и проведение экспериментальной процедуры, сохранение результатов работы испытуемых с возможностью их анализа и редактирования. В обоих случаях система будет представлять собой гибкое образование с возможностью варьирования количества и вида стимульного материала, соответствующего редактирования инструкций и сохраняемых результатов.

Система моделирует деятельность оператора-диспетчера по управлению воздушным движением. Испытуемому предъявляются с помощью монитора изображения самолетов с цифровыми формулярами (первая цифра формуляра – номер объекта, вторая – его высота, третья – курсовое расстояние до объекта, четвертая – тип объекта), которые содержат информацию для определения очередности обслуживания движущихся воздушных объектов. Испытуемому необходимо последовательно нажимать левой клавишей мыши на изображения объектов, после чего они исчезают с экрана, если очередность обслуживания определена правильно. Наиболее значимый объект определяется путем анализа цифрового формуляра в соответствии с инструкцией. Опыт продолжается до исчезновения с экрана всех объектов. При проведении эксперимента регистрируется время, затраченное испытуемым на поиск объекта, количество ошибок при определении наиболее значимого объекта. Для более успешного выполнения испытания до его начала проводится тренировочная серия с малым количеством одновременно предъявляемых объектов.

2 АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ СЧКС

Проектируемая система должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- 1) регистрация испытуемого;
- 2) получение испытуемым инструкции;
- 3) проведение тренировочной серии;
- 4) предъявление стимульного материала;
- 5) реагирование испытуемого на стимул;
- 6) регистрация действий испытуемого;
- 7) измерение времени решения задачи;
- 8) управление выполнением экспериментальной процедуры;
- 9) сохранение экспериментальных данных;
- 10) автоматическая обработка данных эксперимента;
- 11) ручная обработка данных эксперимента;
- 12) предъявление подсказок по методике обработки данных эксперимента;
- 13) ограничение доступа к автоматически обработанным данным эксперимента;
- 14) анализ данных и формулировка выводов по ним;
- 15) написание отчета по результатам эксперимента;
- 16) создание базы данных для формулировки конкретного задания испытуемому;
- 17) определение содержания конкретного экспериментального задания;
- 18) проверка правильности выполнения задания;
- 19) сравнение результатов, полученных различными испытуемыми;
- 20) редактирование сохраняемых результатов.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФУНКЦИЙ СЧКС

Содержание функций СЧКС, указанных в пунктах 1 – 20 первого раздела, можно описать следующим образом:

- 1) регистрация студента-испытуемого осуществляется путем заполнения специальной формы с использованием клавиатуры компьютера;
- 2) инструктирование испытуемого осуществляется путем предъявления ему специальной инструкции на мониторе компьютера;
- 3) проведение тренировочной серии осуществляется с использованием монитора для предъявления стимульного материала и мыши для ввода ответов испытуемого;
- 4) предъявление стимульного материала осуществляется визуально с использованием монитора компьютера;
- 5) реакция испытуемого на стимульный материал определяется временем перехода испытуемого от визуального изучения информации к вводу ответов с помощью манипуляций с мышью;
- 6) регистрация ответов испытуемого во время проведения эксперимента осуществляется путем автоматического заполнения специальной формы, происходящего во время ввода испытуемым ответов;
- 7) измерение времени решения задачи осуществляется с помощью встроенных в компьютер функций измерения времени;
- 8) управление выполнением экспериментальной процедуры определяется последовательностью шагов программы и оперативными командами испытуемому, предъявляемыми с экрана монитора;
- 9) сохранение экспериментальных данных осуществляется в определенную директорию на жестком диске компьютера;
- 10) автоматическая обработка данных эксперимента осуществляется на основе полученных в процессе выполнения задания данных и алгоритмов подсчета, построения графиков и генерации выводов, встроенных в программу;
- 11) ручная обработка результатов эксперимента проводится на основе данных, полученных в процессе выполнения задания и подсказок, генерируемых программой;
- 12) формирование подсказок по методике обработки данных эксперимента проводится с помощью специальной формы, где испытуемый выделяет этап подсчета, актуальный для него в данный момент;
- 13) ограничение доступа к автоматической обработке данных эксперимента проводится в начале работы программы путем выбора типа пользователя и ввода пароля для преподавателя (исследователя);
- 14) на основании обработки результатов проводится уточнение полученных закономерностей, правильности расчетов и обоснование полученных данных;

15) составление отчета о работе производится на основе результатов работы испытуемого и сделанных выводов, которые сохраняются в памяти ПК и выводятся на специальной форме, сгенерированной программой;

16) база данных экспериментального материала составляется преподавателем при подготовке работы к выполнению;

17) определение содержания конкретного экспериментального задания производится преподавателем путем установки специальных настроек перед выполнением работы и не может быть изменена испытуемым в процессе выполнения работы;

18) проверку отчета осуществляет преподаватель, вызывая его на экран из памяти ПК и сравнивая полученные испытуемым результаты с результатами, сгенерированными компьютером;

19) сравнение результатов различных испытуемых проводится преподавателем путем извлечения данных испытуемых из определенной директории на жестком диске компьютера;

20) редактирование сохраняемых результатов проводится исследователем (преподавателем) путем удаления данных, утративших свою актуальность, из памяти компьютера.

4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МЕЖДУ ЧЕЛОВЕКОМ И ТЕХНИКОЙ В СИСТЕМЕ

Распределение функций в СЧТС между человеком и техническими устройствами осуществляется на основе следующих принципов:

– функция передается тому или иному компоненту системы на основе сравнительного анализа человека и техники на предмет возможности и эффективности ее выполнения ими;

– человеку также передаются те функции, которые определяются особенностями системы с учетом ее назначения, т.е. за человеком сохраняются функции, которые он должен выполнять в системе обязательно безо всякого дополнительного сравнительного анализа возможностей человека и машины. При исследовании деятельности человека-оператора выполнять экспериментальные задания должен именно человек, т.к. это соответствует целям исследования.

Учитывая названные принципы, проведем анализ функций системы из пунктов 1 – 20 второго раздела с целью распределения их между человеком и компьютером и результаты работы представим в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение функций между человеком и компьютером в проектируемой СЧТС

Название функции	Исполнитель функции в СЧКС	Обоснование распределения функций
1	2	3
1 Регистрация студента, выполняющего работу в качестве испытуемого	ПК	ПК делает это быстрее и может сохранять результаты
2 Инструктирование испытуемого о предстоящем задании	ПК	ПК делает это быстрее и одинаково для всех испытуемых
3 Проведение тренировочной серии	ПК	ПК делает это быстрее и может сохранять результаты
4 Предъявление экспериментального материала	ПК	ПК делает это быстрее и одинаково для всех предъявлений
5 Реагирование на стимул	Человек (студент)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
6 Регистрация ответов испытуемого	ПК	ПК делает это быстрее и может сохранять результаты

Продолжение таблицы 1

1	2	3
7 Измерение времени решения задачи	ПК	ПК делает это надежнее и точнее
8 Управление выполнением экспериментальной процедуры	ПК	ПК делает это быстрее и может сохранять результаты
9 Сохранение (документирование) результатов работы	ПК	ПК делает это надежнее и может сохранять результаты в течение неограниченного времени
10 Автоматическая обработка данных эксперимента	ПК	ПК делает это надежнее и может сохранять результаты в течение неограниченного времени
11 Ручная обработка данных эксперимента	Человек (студент)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
12 Формирование подсказок по методике обработки данных эксперимента	ПК	ПК делает это быстрее и точнее
13 Ограничение доступа к автоматически обработанным данным эксперимента	ПК	ПК делает это надежнее
14 Анализ данных и формулировка выводов по ним	Человек (студент)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
15 Составление отчета о выполненной работе	Человек (студент)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
16 Создание базы данных, из которых составляется конкретное задание	Человек (преподаватель)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
17 Определение содержания конкретного экспериментального задания	Человек (преподаватель)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы
18 Проверка отчета о работе	Человек (преподаватель)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы

Продолжение таблицы 1

1	2	3
19 Сравнение результатов, полученных различными испытуемыми	Человек (преподаватель)	Человек может обнаружить ошибки в работе другого человека, сделанные по невнимательности или из-за непонимания испытуемым цели эксперимента
20 Редактирование сохраняемых результатов	Человек (преподаватель)	Функция остается за человеком в соответствии с назначением системы

В результате проведенного анализа и распределения функций в проектируемой СЧТС можно сделать следующие выводы:

– проектируемая система должна состоять из двух подсистем, которыми являются подсистема «преподаватель–ПК–среда» и подсистема «студент–ПК–среда»;

– названные подсистемы взаимосвязаны по критерию целевой функции СЧМС и в то же время они являются относительно независимыми, т.е. каждая из них может функционировать самостоятельно.

5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СЧКС И СТРУКТУРЫ ПРОГРАММЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Система «человек–компьютер–среда» состоит из трех основных частей:

– человек-оператор, который может быть пользователем (студентом) и администратором (преподавателем). Студент, воздействуя на техническое звено системы, выполняет экспериментальное задание. Преподаватель определяет содержание эксперимента и проверяет результаты. На работу человека-оператора влияют его знания, опыт, психические и физиологические особенности, мотивы и цели деятельности и др.;

– техническое звено системы включает программное и аппаратное обеспечение. К аппаратному обеспечению относится персональный компьютер, состоящий из системного блока, монитора, клавиатуры и мыши. Программное обеспечение представляет собой совокупность операционной системы и прикладной программы. Состояние технического звена определяется уровнем развития программных и аппаратных технологий на момент проведения эксперимента, финансовыми затратами на покупку и ремонт компьютеров, на покупку лицензионного программного обеспечения, грамотной компоновкой различных частей технического звена между собой;

– рабочая среда рабочего места человека-оператора включает такие факторы, как освещенность, шум, аэроионный состав воздуха, микроклимат, вибрация, электромагнитное излучение. Если не ставится цель изучить работу человека-оператора в экстремальных условиях, то все факторы необходимо привести к оптимальному значению. В иных случаях можно варьировать значения необходимых параметров, не допуская при этом причинения ущерба здоровью работающего.

Если хотя бы один из компонентов СЧТС находится в состоянии, не удовлетворяющем требованиям техники безопасности, эксперимент должен быть отложен до устранения негативно влияющих факторов.

Программа, обеспечивающая функционирование технического звена, может функционировать в двух режимах: научного исследования и лабораторной работы. Выбор конкретного режима осуществляется в начале работы с программой.

Режим лабораторной работы включает два модуля: «Студент» и «Преподаватель», – выбор конкретного модуля осуществляется в начале работы с программой.

Модуль «Студент» состоит из форм регистрации, инструктирования, выполнения тренировочной серии, проведения экспериментальной части, обработки результатов, написания выводов.

Модуль «Преподаватель» содержит формы конструирования конкретного задания, проверки результатов студентов. Кроме того, программа фиксирует

время, количество оставшихся опытов, хранит базу данных для экспериментов и базу результатов, а также пароль преподавателя.

Состав режима научного эксперимента устанавливается в соответствии с целями исследования и представляет собой различные комбинации функций модулей «Студент» и «Преподаватель».

Программа должна быть легко расширяема с целью добавления новых функций, написана на языке, обеспечивающем достаточное быстродействие в процессе эксперимента. Она не должна содержать грамматических ошибок, неправильных функциональных переходов. Необходимо обеспечивать защиту от неправильных действий оператора, чтобы из-за одной оплошности не сорвался ход всего исследования, а также возможность подсказки по ходу выполнения работы для лучшего понимания эксперимента.

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК–КОМПЬЮТЕР–СРЕДА»

Деятельность оператора в системе зависит от выполняемой им в ходе эксперимента роли, определяемой посредством выбора типа пользователя (студент, преподаватель) и вводом пароля для преподавателя. Студент вводит свои данные в форму регистрации, читает инструкцию и проходит тренировочные серии до тех пор, пока ему не станет ясен смысл исследования, выполняет задание эксперимента, обрабатывает результаты, делает выводы, узнает итоги своей работы и сохраняет их. При желании испытуемый может в любой момент прервать опыт или начать его сначала; в таких случаях система автоматически сохраняет информацию о выполненных этапах работы. Преподаватель перед проведением исследования формирует задание для эксперимента из базы данных, а после выполнения работы изучает результаты испытуемого. При необходимости преподаватель может сократить объем выполняемого испытуемым задания, а также получить статистику результатов опытов для некоторой группы испытуемых.

Для данной системы необходимо разработать алгоритмы работы человека в подсистеме «преподаватель–ПК–среда» (таблицы 2, 3) и подсистеме «студент–ПК–среда» (таблица 4). В процессе реализации названных алгоритмов некоторые операции могут выполняться в другой последовательности или пропускаться.

Таблица 2 – Алгоритм работы человека в режиме подготовки эксперимента «преподаватель–ПК–среда» в подсистеме

Содержание операции	Обращение к СОИ	Обращение к ОУ
1	2	3
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
4 Выбор режима работы «Преподаватель»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышкой
5 Ввод пароля	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
6 Выбор режима «Моделирование хода эксперимента»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышкой
7 Выбор модулей из имеющихся функций программы	Меню на экране дисплея	Щелчок мышкой

Продолжение таблицы 2

1	2	3
8 Сохранение выбранного массива	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышкой
9 Выход из программы	Значок на экране дисплея	Щелчок мышкой
10 Выключение ПК	Значок на экране дисплея	Щелчок мышкой

Таблица 3 – Алгоритм работы человека в режиме просмотра результатов эксперимента «преподаватель–ПК–среда» в подсистеме

Содержание операции	Обращение к СОИ	Обращение к ОУ
1 Включение ПК	Индикатор на системном блоке	Кнопка включения на системном блоке
2 Включение дисплея	Индикатор на дисплее	Кнопка включения дисплея
3 Загрузка программы	Ярлык на экране дисплея	Щелчок мышью
4 Выбор режима работы «Преподаватель»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
5 Ввод пароля	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК
6 Выбор режима «Результаты эксперимента»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
7 Выбор файла с требуемыми данными из наборов, хранящихся в памяти ПК	Меню на экране дисплея	Щелчок мышью
8 Просмотр результатов	Таблица на экране дисплея	Манипуляции с мышью
9 Удаление результатов	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
10 Выход из режима «Преподаватель»	Значок на экране дисплея	Щелчок мышью
11 Выключение ПК	Значок на экране дисплея	Щелчок мышью

Таблица 4 – Алгоритмы работы человека в подсистеме «студент–ПК–среда»

Содержание операции	Обращение к СОИ	Обращение к ОУ
1	2	3
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 мышью

Продолжение таблицы 4

1	2	3
4 Выбор режима работы «Студент»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
5 Регистрация	Формуляр на экране дисплея	Набор с клавиатуры ПК
6 Сохранение данных регистрации	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
7 Вызов инструкции испытуемому	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
8 Ознакомление с инструкцией к обработке результатов	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции мышью
9 Выбор режима «Тренировочная серия»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
10 Выполнение тренировочной серии экспериментального задания	Матрица на экране дисплея	Щелчок мышью
11 Выбор режима «Эксперимент»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
12 Выполнение экспериментального задания	Матрица на экране дисплея	Щелчок мышью
13 Вызов на экран результатов выполнения экспериментального задания	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
14 Просмотр результатов выполнения экспериментального задания	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции мышью
15 Выбор режима «Обработка результатов»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
16 Вызов инструкции испытуемому к обработке результатов	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
17 Ознакомление с инструкцией к обработке результатов	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции мышью
18 Переход к обработке результатов	Формуляр на экране дисплея	Щелчок мышью, клавиатура
19 Сохранение обработанных результатов, выводов по работе	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью

Продолжение таблицы 4

1	2	3
20 Просмотр отчета о работе	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции мышью
21 Сохранение отчета о работе	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
22 Завершение работы программы	Значок на экране дисплея	Щелчок мышью
23 Выключение ПК	Значок на экране дисплея	Щелчок мышью

7 АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЧКС

Эффективность функционирования СЧКС определяется взаимовлияющими показателями работы технического звена и работоспособности человека-оператора, а также эффективностью взаимодействия человека и компьютера в процессе функционирования системы.

Факторы, определяющие эффективность функционирования системы «человек–компьютер–среда», можно разделить на несколько групп:

- антропометрические;
- физиологические;
- психофизиологические;
- психологические;
- социально-психологические;
- гигиенические факторы.

Номенклатура названных факторов представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Номенклатура факторов, определяющих эффективность функционирования СЧКС

Наименование группы факторов	Номенклатура факторов группы
1	2
Антропометрические факторы	– Соответствие размеров рабочего стола размерам и форме тела человека; – соответствие размеров рабочего кресла размерам и форме тела человека; – соответствие ОУ размерам и форме тела человека
Физиологические факторы	– Соответствие усилий на ОУ силовым возможностям человека; – соответствие требований выполнения алгоритма работы скоростным возможностям человека; – соответствие объема двигательной нагрузки энергетическим возможностям человека; – соответствие организации системы управляющих движений принципам экономии рабочих движений
Психофизиологические факторы	– Соответствие размеров, яркости и контраста информационных знаков (символов) возможностям зрительного анализатора; – соответствие пространственных характеристик предъявляемых сообщений оптимальным зонам поля зрения оператора; – соответствие характеристик звуковых сигналов возможностям слухового анализатора человека

Продолжение таблицы 5

1	2
Психологические факторы	<ul style="list-style-type: none"> – 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; – использование необходимых средств привлечения внимания; – отсутствие нестандартных сокращений и аббревиатур; – соответствие сложности инструкций времени, отводимому на их усвоение; – одинаковый 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
Социально-психологические факторы	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие возможности согласовать действия в случаях различного понимания инструкций пользователями; – отсутствие ограничений к выполнению некоторых функций пользователями различного статуса.
Гигиенические факторы	<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие уровней освещенности, шума, микроклимата рабочего места гигиеническим нормам; – соответствие уровней излучений на рабочем месте гигиеническим нормам; – соответствие уровней вибрации рабочего места гигиеническим нормам; – соответствие газового состава воздуха рабочей зоны гигиеническим нормам.

8 ОБОСНОВАНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ И РАЗРАБОТКА ИХ НОМЕНКЛАТУРЫ

8.1 Общие сведения об эргономических требованиях к СЧТС

Эргономические требования к СЧТС – это требования к системе в целом, ее отдельным подсистемам, оборудованию, рабочей среде, определяемые свойствами человека и устанавливаемые для обеспечения его эффективной и безопасной деятельности. Они формируются на основании экспериментальных исследований и опыта эксплуатации СЧМС, требований эргономических стандартов.

Соответствие системы каждому отдельному эргономическому требованию определяет *единичный эргономический показатель* ее качества, соответствие множеству требований той или иной группы определяет *групповой эргономический показатель* качества СЧТС (гигиенический, антропометрический, физиологический, психофизиологический, психологический, социально-психологический). Групповые эргономические показатели определяют *комплексные эргономические показатели*, которые в совокупности обуславливают *эргономические свойства* системы (управляемость, обслуживаемость, осваиваемость и обитаемость).

Дальнейший анализ представляет собой выявление единичных эргономических показателей, составляющих каждую из названных групп показателей. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Единичные эргономические показатели проектируемой СЧКС

Эргономические показатели		Эргономические свойства
единичные	групповые	
1	2	3
– Соответствие размеров рабочего стола антропометрическим характеристикам человека; – соответствие размеров рабочего кресла антропометрическим характеристикам человека	Антропометрический	Управляемость
– Соответствие компоновки ОУ принципам экономии рабочих движений; – соответствие усилий на ОУ силовым возможностям человека; – соответствие требований к скорости движений возможностям человека;	Физиологический	

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> – соответствие вида контраста знаков и фона уровню освещенности рабочего места; – соответствие расположения надписей условиям их оптимального считывания 		
<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие уровней освещенности рабочего места гигиеническим нормам; – соответствие уровней шума на рабочем месте гигиеническим нормам; – соответствие параметров микроклимата рабочего места гигиеническим нормам; – соответствие уровней излучений на рабочем месте гигиеническим нормам; – соответствие уровней вибрации рабочего места гигиеническим нормам; – соответствие газового состава воздуха рабочей зоны гигиеническим нормам 	Гигиенический	
Соответствие размеров зон обслуживания антропометрическим характеристикам человека	Антропометрический	Обслуживаемость
Отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека.	Физиологический	
Отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих возможностям органов чувств человека.	Психофизиологический	
<ul style="list-style-type: none"> – Соответствие сложности инструкций, времени, отводимому на их усвоение; – 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 	Психологический	
Соответствие размеров зон управления и обслуживания антропометрическим характеристикам человека.	Антропометрический	Освояемость
Отсутствие требований, связанных с освоением системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека	Физиологический	

Продолжение таблицы 6

1	2	3
Отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих возможностям органов чувств человека	Психофизиологический	
– Соответствие сложности инструкций времени, отводимому на их усвоение; – наличие возможности проведения тренировочной серии	Психологический	
Соответствие параметров рабочей среды гигиеническим нормативам	Гигиенический	
Соответствие параметров рабочей среды гигиеническим нормативам	Гигиенический	Обитаемость

Рассмотренные эргономические требования предъявляются к различным элементам СЧТС: рабочим местам операторов, пультам управления, органам управления и индикации, средствам отображения и ввода информации, эксплуатационной документации.

8.2 Эргономические требования соответствия характеристик программного средства методическому руководству и сопутствующей документации

Материал данного раздела представляет собой общие эргономические требования, которые предъявляются к СЧКС, располагающимся в учебных помещениях образовательных учреждений. Он разрабатывается на основе данных подраздела 5.2 данного пособия.

8.3 Эргономические требования к информации, предъявляемой пользователю на экране дисплея

Материал данного раздела представляет собой общие эргономические требования, которые предъявляются к СЧКС, располагающимся в учебных помещениях образовательных учреждений. Он разрабатывается на основе данных подраздела 5.3 данного пособия.

9 РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Запуск программы осуществляется нажатием пиктограммы на рабочем столе, после чего пользователь видит заставку (рисунок 1). На информационном поле кроме общей информации находятся две кнопки изменения размеров экрана, кнопка закрытия программы и кнопка перехода. Кнопка закрытия имеет красный цвет, а кнопка перехода – зеленый в связи с устойчивыми ассоциациями (выход, действие).

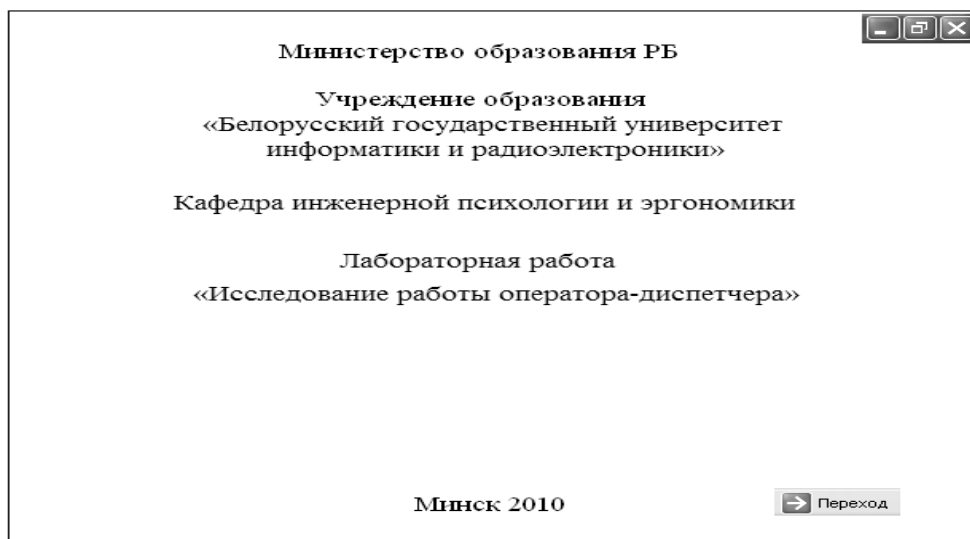


Рисунок 1 – Заставка программы

Затем осуществляется выбор типа исследования: научное исследование или лабораторная работа (рисунок 2).

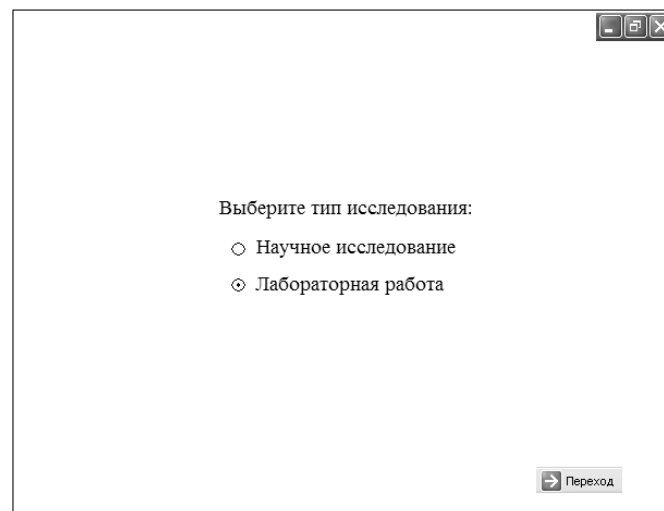
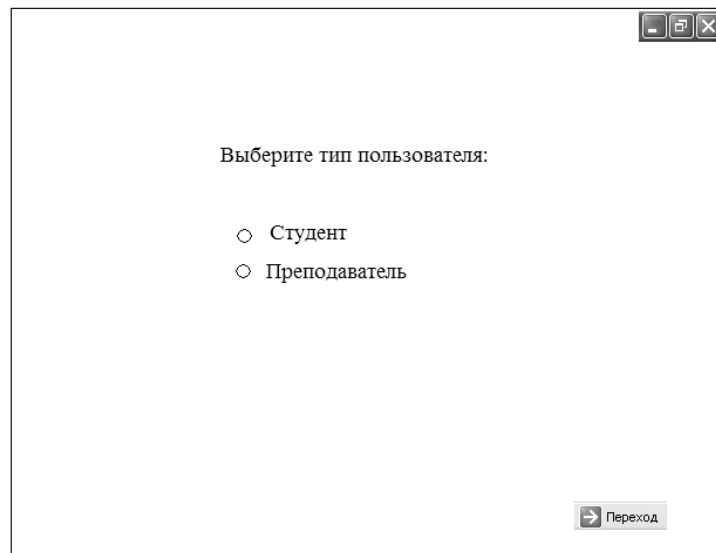


Рисунок 2 – Выбор типа исследования

При выборе варианта «Лабораторная работа» осуществляется выбор типа пользователя: студент или преподаватель (рисунок 3).



Выберите тип пользователя:

Студент


Преподаватель

→ Переход

The image shows a standard Windows-style dialog box with a title bar containing minimize, maximize, and close buttons. The main content area contains the text 'Выберите тип пользователя:' followed by two radio button options: 'Студент' and 'Преподаватель'. At the bottom right of the dialog, there is a button with a right-pointing arrow and the text 'Переход'.

Рисунок 3 – Выбор типа пользователя

При выборе студента осуществляется переход к следующему информационному полю: регистрация испытуемого (рисунок 4).



Форма регистрации

Фамилия и имя
[]

Номер группы
[]

Настройки

Количество объектов
[]

→ Переход

The image shows a registration form window with a title bar. It is divided into two main sections. The first section, titled 'Форма регистрации', contains two input fields: 'Фамилия и имя' and 'Номер группы'. The second section, titled 'Настройки', contains one input field: 'Количество объектов'. A '→ Переход' button is located at the bottom right of the window.

Рисунок 4 – Регистрация испытуемого

Далее осуществляется вывод инструкции к предстоящему испытанию (рисунок 5).

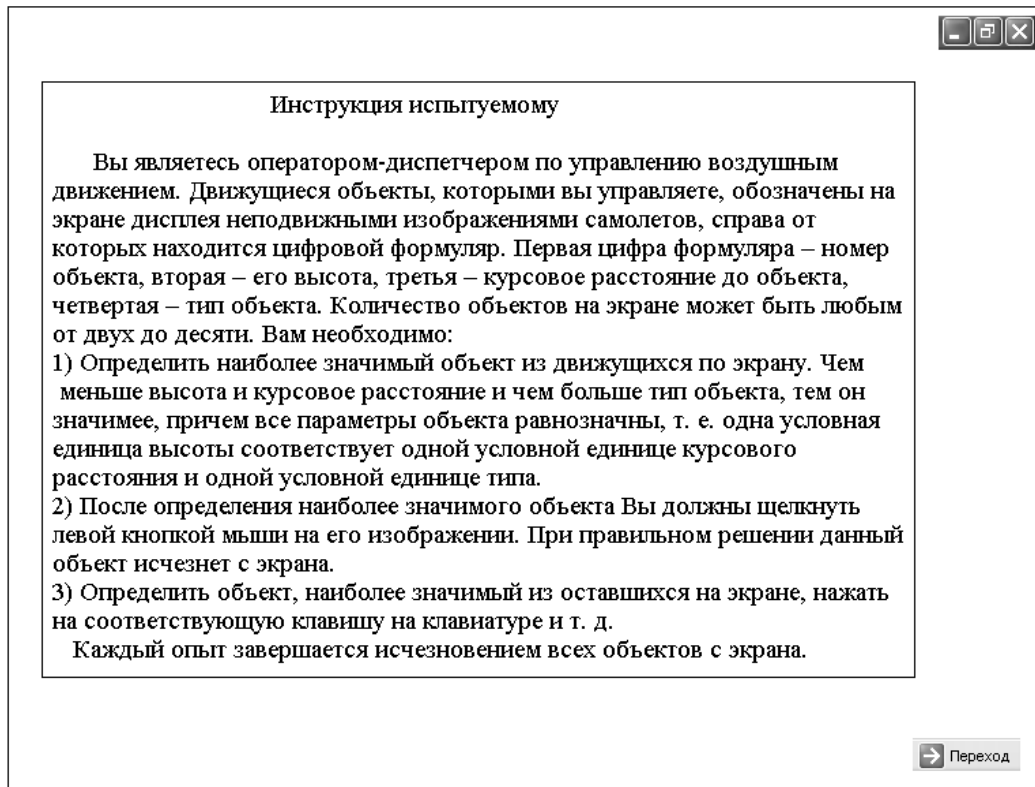


Рисунок 5 – Инструкция испытуемому

Далее осуществляется выбор: тренировочная серия или проведение опыта (рисунок 6).

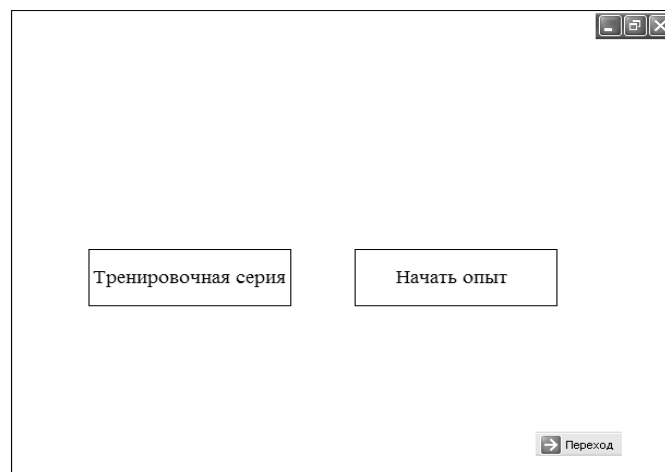


Рисунок 6 – Выбор дальнейших действий

При выборе тренировочной серии проводится предъявление стимульного материала, в точности демонстрирующего стимульный материал для опытов, только в меньшем количестве (рисунок 7).



Рисунок 7 – Тренировочная серия

После окончания тренировочной серии опять предъявляется форма выбора дальнейших действий (см. рисунок 6). Студент может повторять тренировочную серию, пока полностью не освоится с правилами работы со стимульным материалом. При выборе варианта «Начать опыт» на экране дисплея появляется следующая форма (рисунок 8).

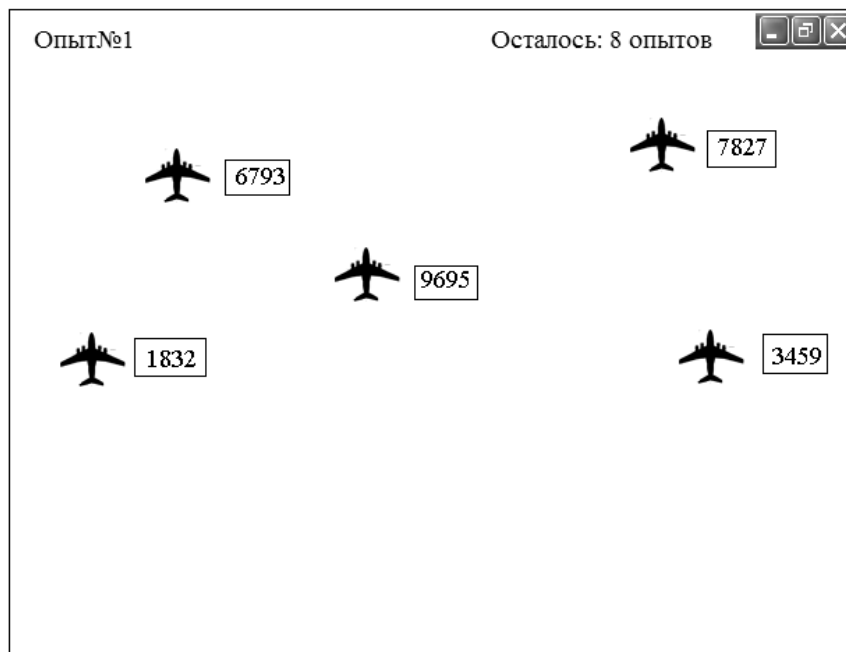


Рисунок 8 – Проведение опыта

После окончания всех опытов демонстрируются их результаты (рисунок 9).

№ опыта	№ нажатия	Время до нажатия	Номер выбранного самолета	Номер правильного самолета

Рисунок 9 – Результаты выполнения опыта

Затем выдается инструкция по обработке результатов (рисунок 10).

Обработка результатов

1. Определить среднее значение общего времени (T) решения каждого типа предъявляемых задач (тип задач определяется количеством объектов в одном направлении).
2. Определить среднее значение времени (t) на «обработку» одного объекта:
$$t = T/n,$$
где n — количество целей в задаче данного типа.
3. Определить среднее значение времени (t_j) подготовки решения по каждому (по первому, по второму и т. д.) объекту для каждого типа задач.
4. Определить безошибочность решения каждого типа задач:
$$P = m/N,$$
где N - число решений задач данного типа
 m - число правильно решенных задач данного типа.
5. Построить графики:
 - а) изменения T от количества объектов в задаче,
 - б) изменения t_a от количества объектов в задаче,
 - в) изменения t_j от количества объектов в задаче,
 - г) изменения P от количества объектов в задаче.На основе графиков сделать содержательный анализ влияния количества объектов на время и безошибочность принятия решений.
6. Определить количество используемых стратегий по каждому типу задач и сделать попытку их классификации.
7. Определить частоту использования каждой стратегии для каждого типа задач.
8. Сделать качественный анализ влияния количества объектов в задаче на выбор стратегии решения.

Рисунок 10 – Инструкция по обработке результатов

Далее предьявляется форма обработки результатов (рисунок 11):

Форма обработки результатов

№ опыта	T	t	t _j	P

→ **Переход**

Рисунок 11 – Форма обработки результатов

В эту форму могут быть также введены диаграммы, графики, выводы.

Далее студенту предьявляется форма отчета о проделанной работе, в которую он может внести желаемые изменения (рисунок 12).

Отчет по лабораторной работе студента группы

1. Результаты экспериментальной части

№ опыта	№ нажатия	Время до нажатия	Номер выбранного самолета	Номер правильного самолета

2. Обработанные результаты

№ опыта	T	t	t _j	P

3. Графики

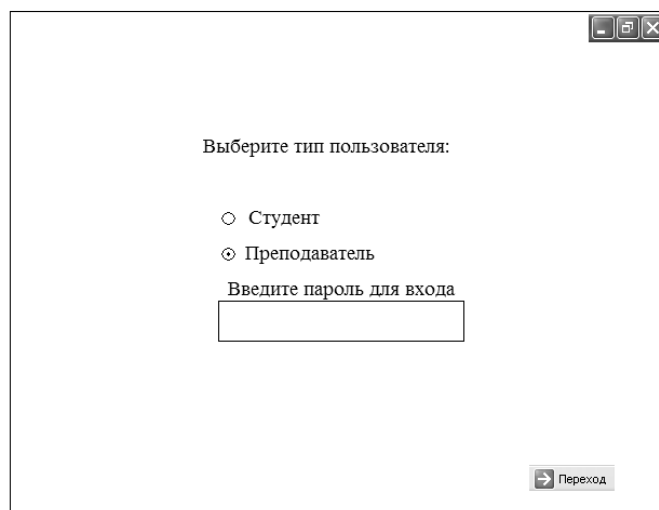
T

4. Выводы

→ **Переход**

Рисунок 12 – Отчет о проделанной работе

Если пользователь выбрал режим «Преподаватель», ему необходимо ввести пароль (рисунок 13).



Выберите тип пользователя:

Студент

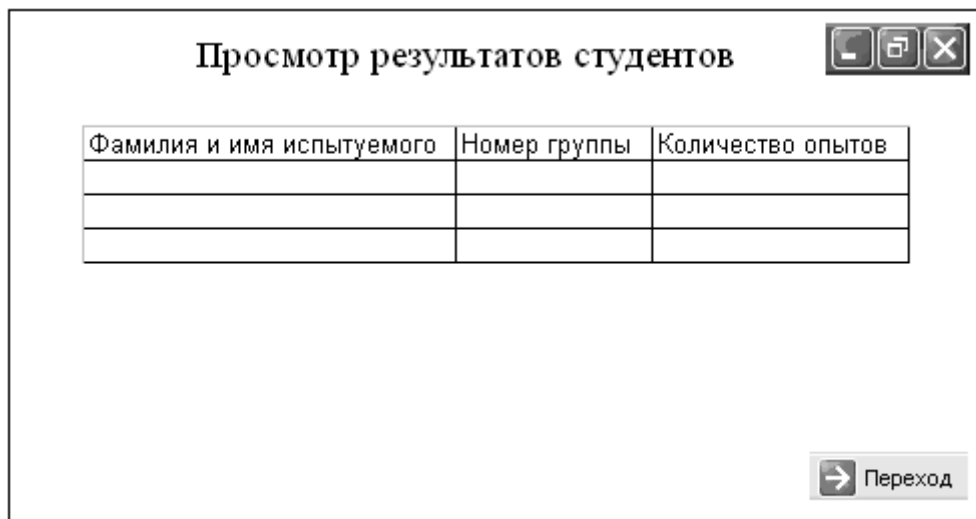
Преподаватель

Введите пароль для входа

→ Переход

Рисунок 13 – Регистрация преподавателя

Далее преподаватель может выбрать режим просмотра результатов студентов или установки содержимого работы студентов. В первом случае ему будет выдана форма, показанная на рисунке 14, во втором – на рисунке 15.



Просмотр результатов студентов

Фамилия и имя испытуемого	Номер группы	Количество опытов

→ Переход

Рисунок 14 – Режим просмотра результатов

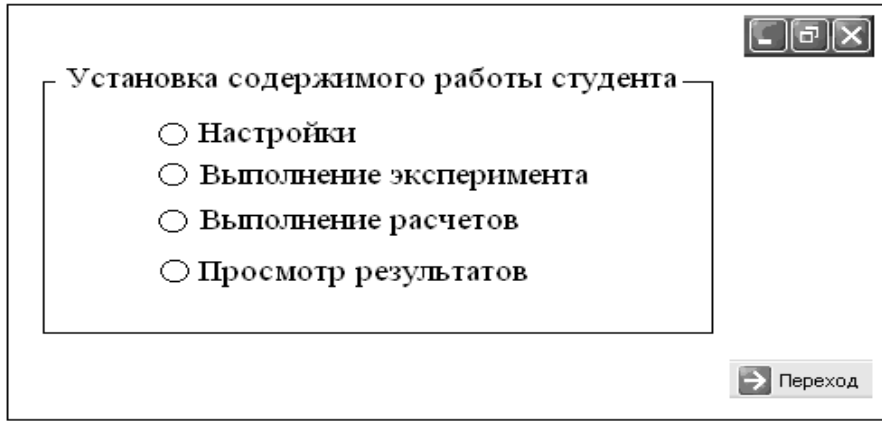


Рисунок 15 – Режим установки содержимого опытов

При выделении на форме с рисунка 14 строки и нажатии кнопки перехода будут открыты результаты работы студента. Рядом с ними на форме будет приведен отчет, автоматически сгенерированный программой (рисунок 16).

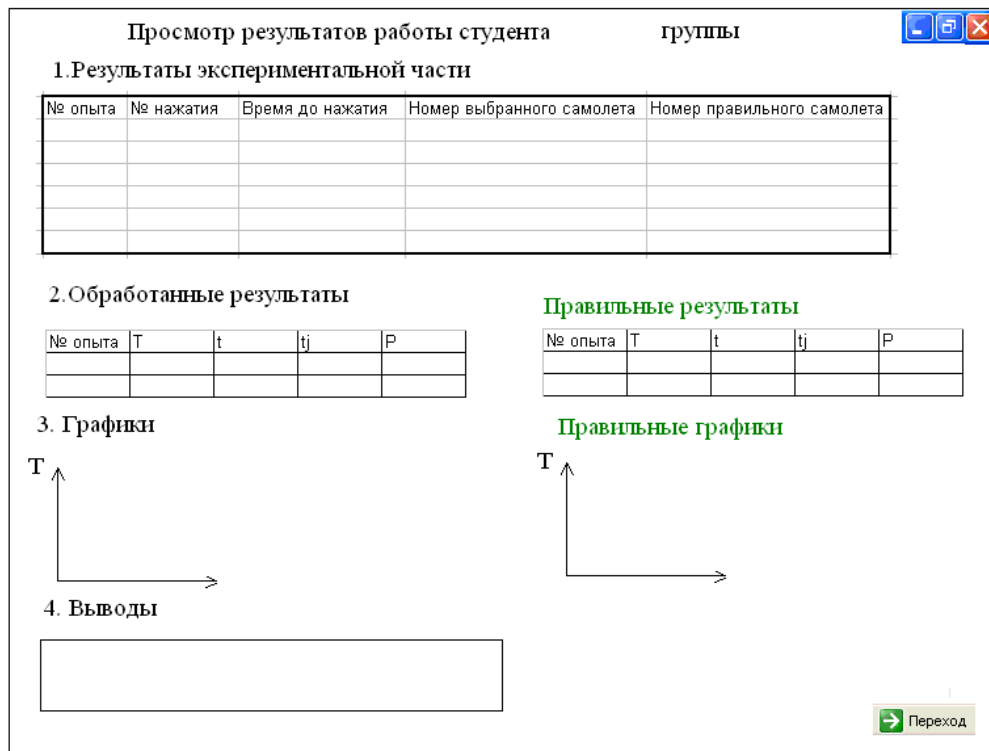


Рисунок 16 – Просмотр результатов

При нажатии кнопки закрытия в любой из моментов работы программы в режиме «Студент» будет произведено уточнение о действительности намерений выхода из программы. При подтверждении выход будет осуществлен, а результаты работы, полученные до нажатия кнопки, будут сохранены.

10 РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К РАБОЧЕМУ МЕСТУ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ

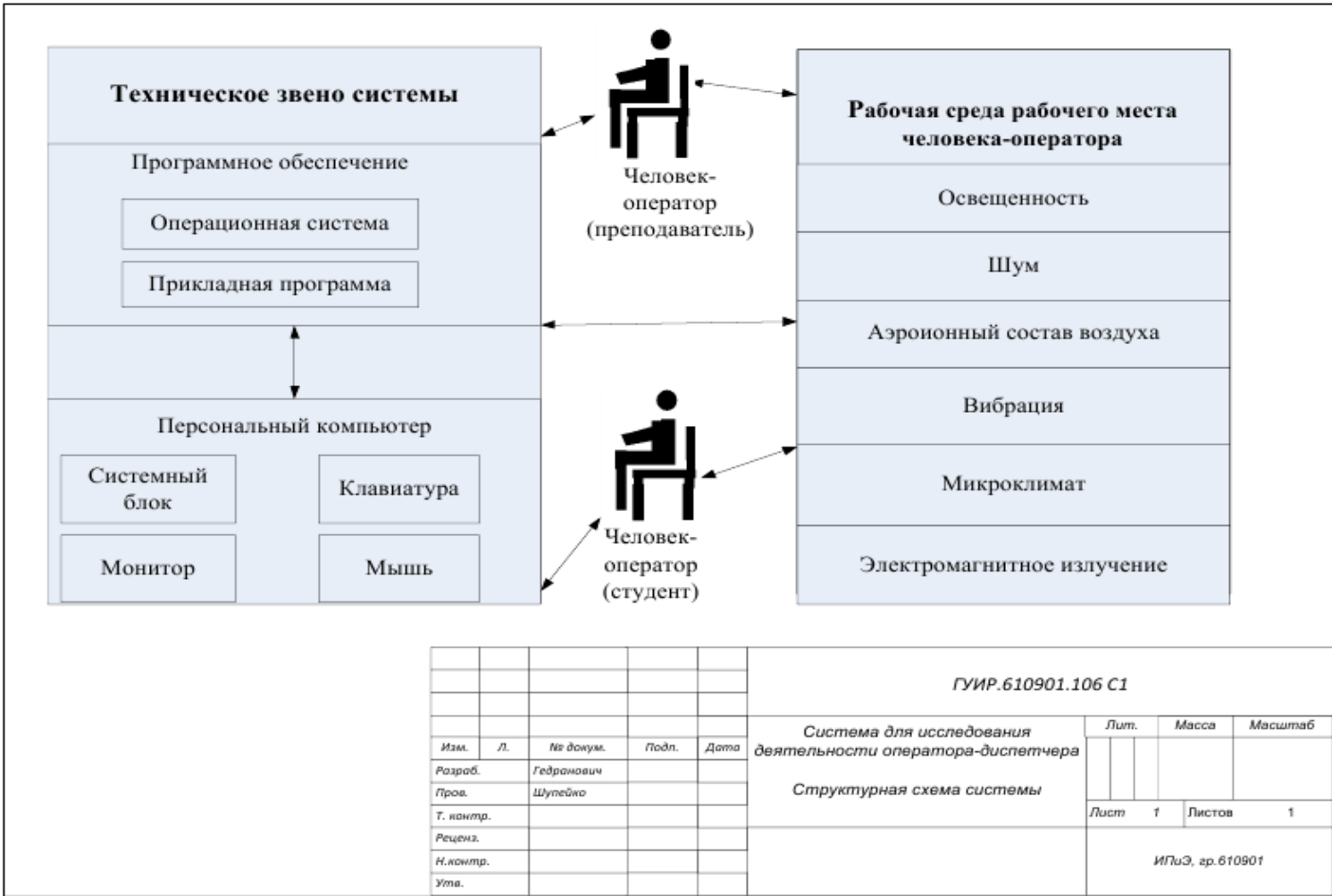
Материал данного раздела представляет собой общие эргономические требования, которые предъявляются к СЧКС, располагающимся в учебных помещениях образовательных учреждений. Он разрабатывается на основе данных подраздела 5.2 данного пособия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения курсового проекта на основании требований технического задания к эргономическому проектированию системы было проведено эргономическое проектирование системы «человек–компьютер–среда» для исследования деятельности оператора-диспетчера. В результате было получено описание системы «человек–компьютер–среда», проведено обоснование эргономических требований к системе, были определены и раскрыты функции, выполняемые каждым из звеньев системы, разработаны структура системы, алгоритмы работы пользователей, сценарий информационного взаимодействия человека и персонального компьютера. На основании полученной информации можно в дальнейшем приступать к программной и аппаратной реализации данной системы, выбирать соответствующее помещение, производить отбор и обучение пользователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

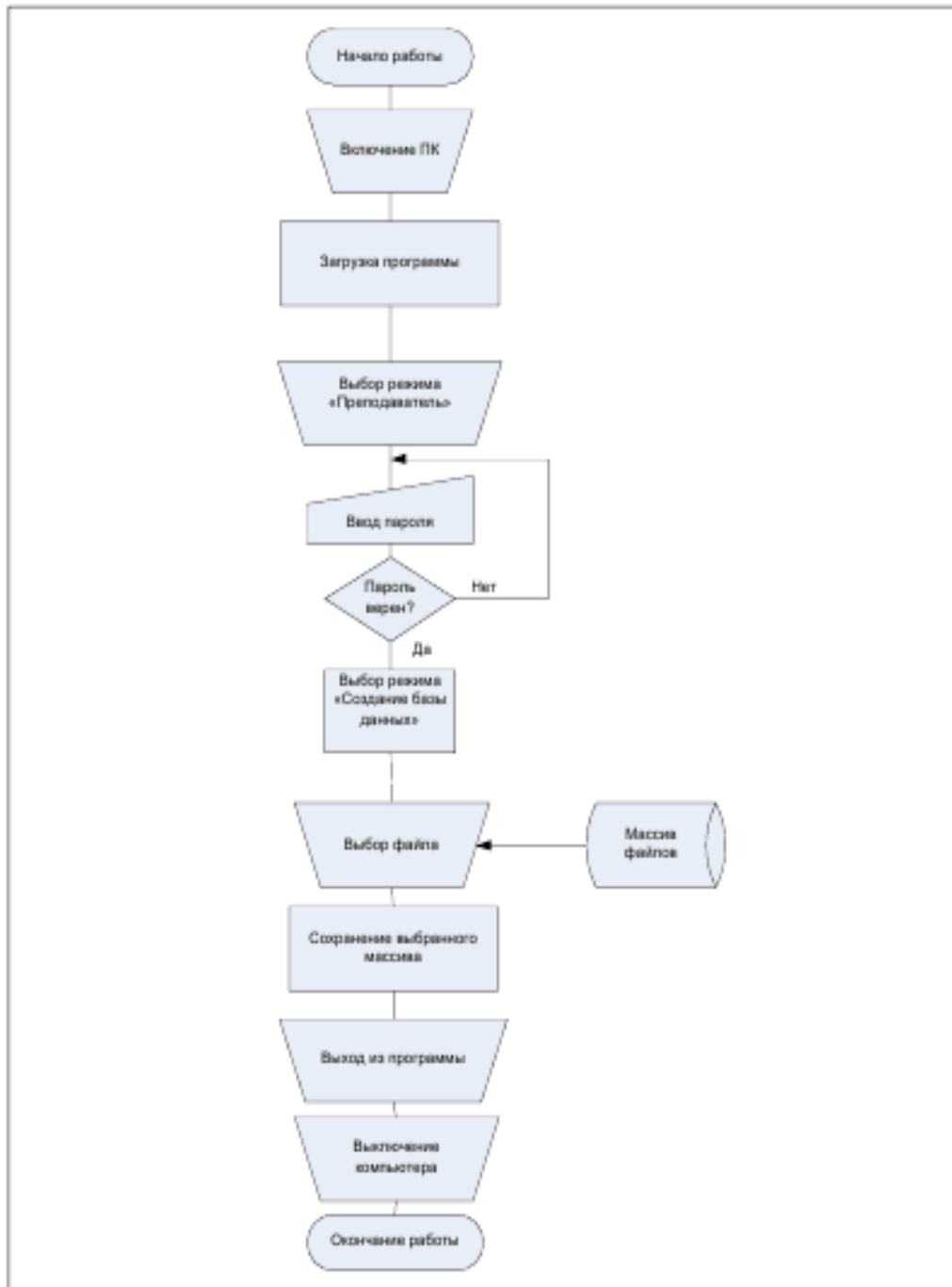
- 1 ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальному отображению информации. – М., 2007. – 39 с.
- 2 ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М., 1978. – 9 с.
- 3 Сан ПиН 9-131-РБ 2000 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы. – Минск, 2000. – 18 с.
- 4 Шупейко, И. Г. Теория и практика инженерно-психологического проектирования и экспертизы : учеб.-метод. пособие к практическим видам занятий / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2009. – 126 с.



Приложение В
(обязательное)

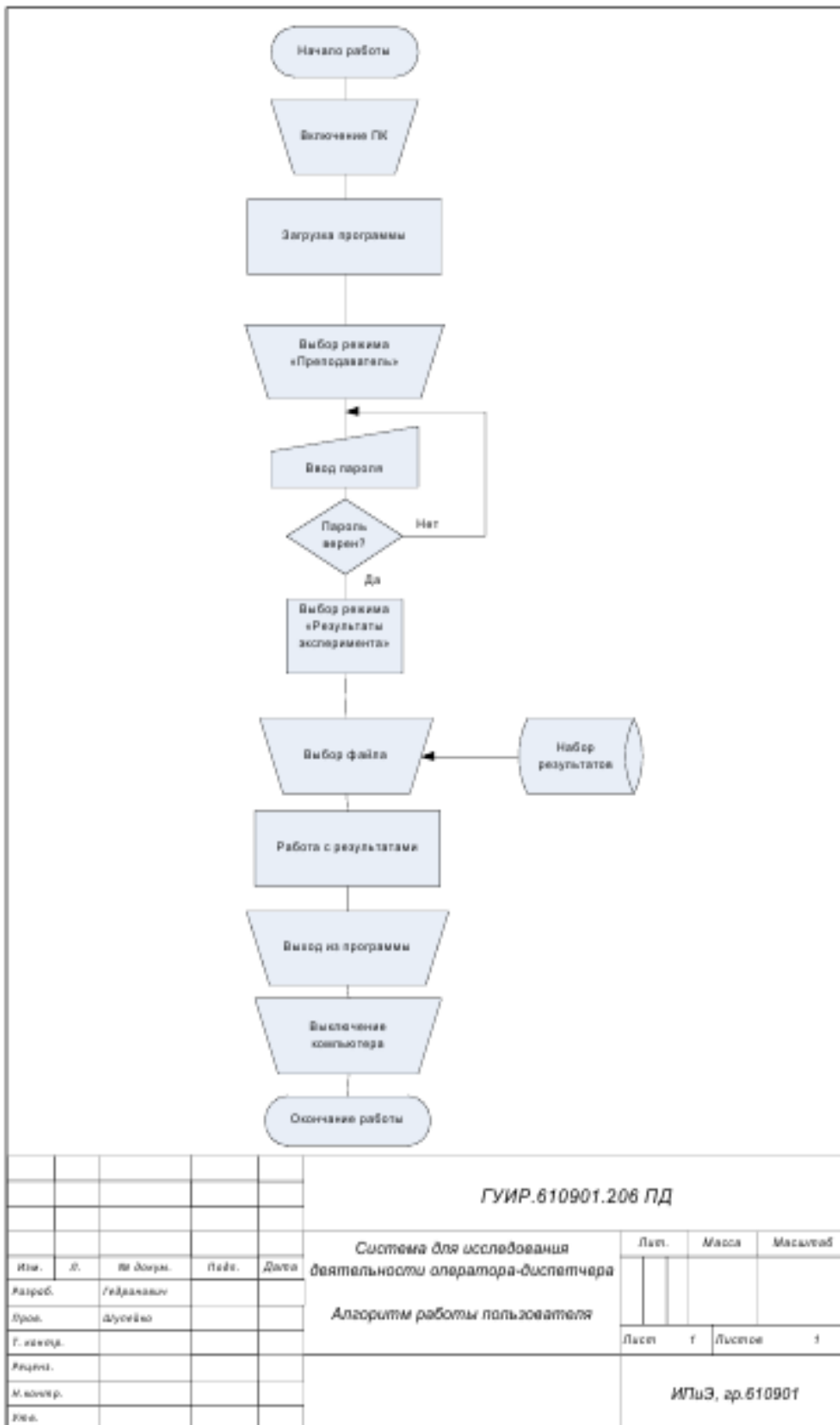
Продолжение приложения

Приложение В
(обязательное)

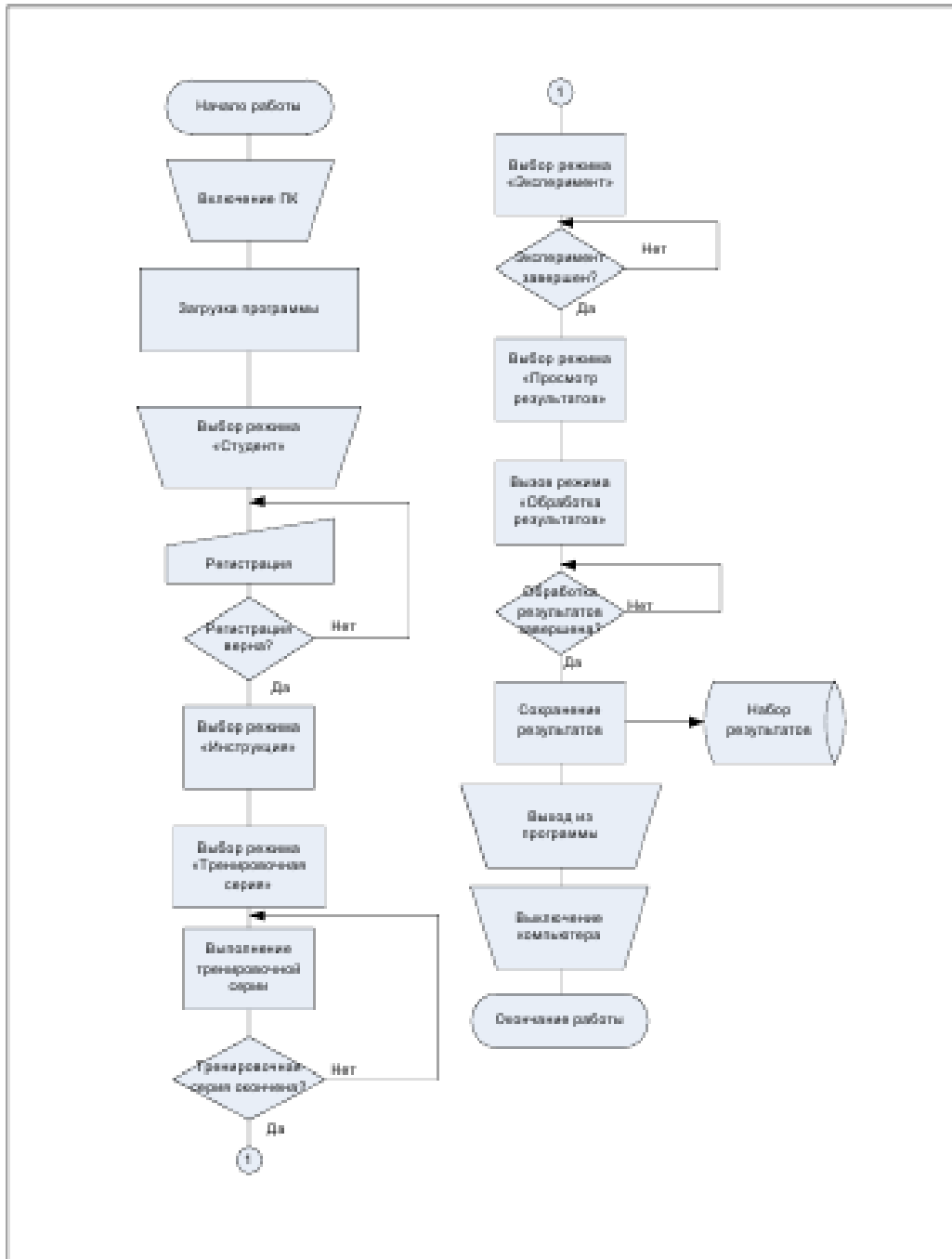


					ГУИР.610901.406 ПД		
					Система для исследования деятельности оператора-диспетчера		
					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Л.	Ис. докл.	Подп.	Дата			
Разраб.		Габриэлян					
Проект.		Шугелико					
У. контр.					Листов	1	Листов
Реценз.					ИЛУЗ, ар.610901		
Н. контр.							
Утв.							

Приложение Г (обязательное)



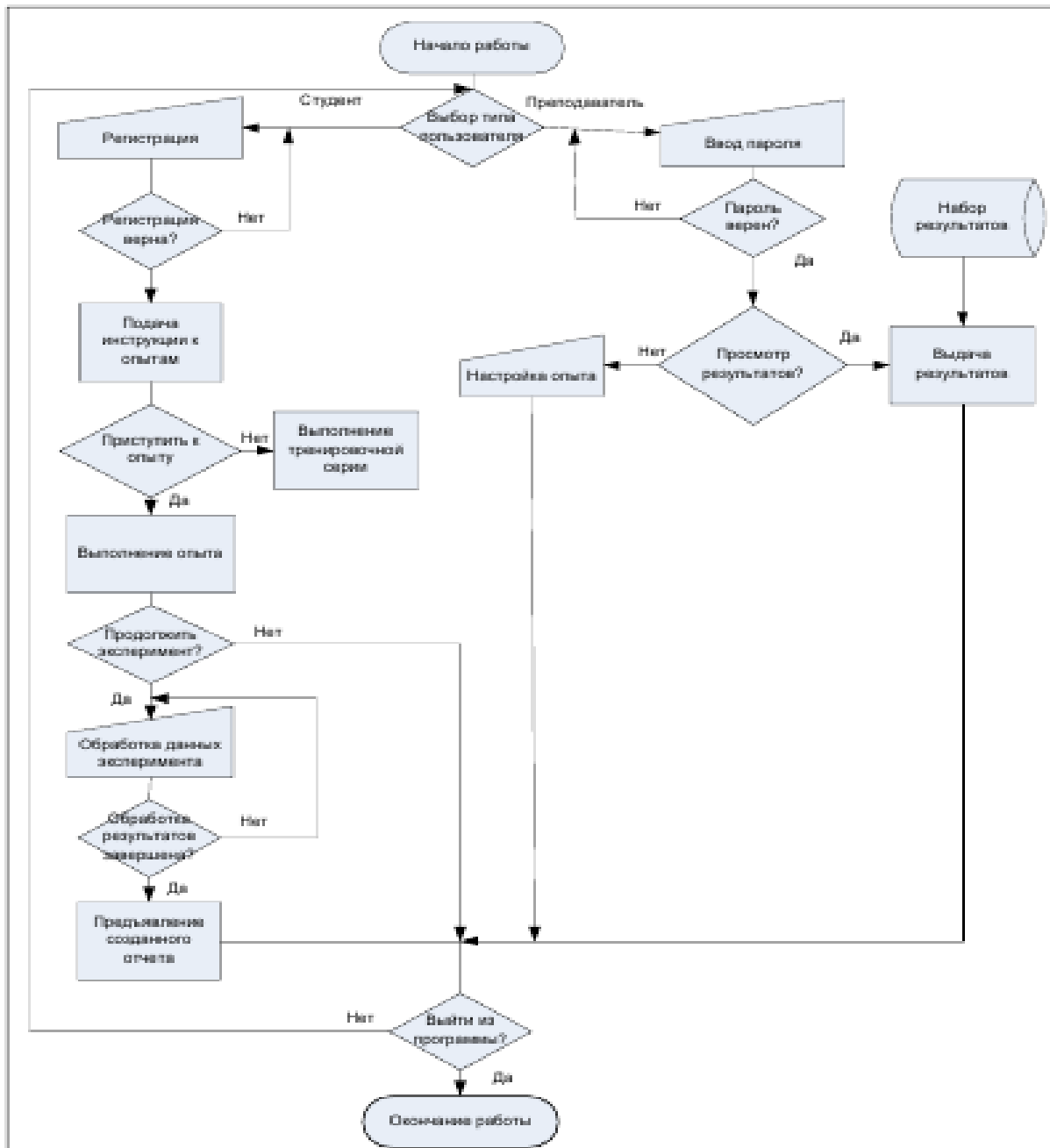
Приложение Д
(обязательное)



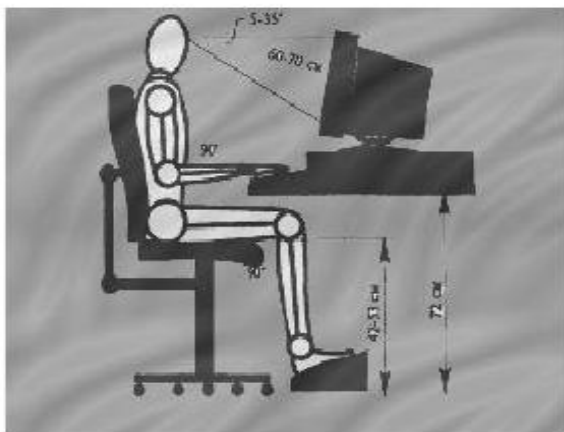
					ГУИР.610901.306 ПД		
					Система для исследования деятельности оператора-диспетчера		
					Алгоритм работы пользователя		
Изм.	П.	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Всего	Масштаб
Разраб.		Гиданович					
Провер.		Шульгина					
Утверд.					Лист	1	Листов
Разраб.							1
А. Ковалев					И/ГиЗ, ар.610901		
Изм.							

Приложение Е

(обязательное)



					ГУИР.610901.506 ПД				
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	Система для исследования деятельности оператора-диспетчера Схема алгоритма работы программы	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.		Габрикович							
Проект.		Муралева							
Т. экзеп.						Лист	1	Листов	1
Реценз.						ИПЭЗ, вв. 610901			
Исполн.									



					ГУИР.610901.106			
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	Система для исследования деятельности оператора-диспетчера	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Гедранович						
Пров.		Шупейко			Эскиз компоновки рабочего места	Лист	1	Листов
Т. контр.								1
Реценз.					ИПиЭ, гр.610901			
Н.контр.								
Утв.								

Приложение Ж
(обязательное)

Продолжение приложения

Св. план 2012, поз. 16

Учебное издание

Шупейко Игорь Георгиевич

**ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
«ЧЕЛОВЕК–КОМПЬЮТЕР–СРЕДА».
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *Т. П. Андрейченко*
Корректор *И. П. Острикова*
Компьютерная верстка *А. В. Бас*

Подписано в печать 31.05.2012. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Times».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 6,3. Тираж 100 экз. Заказ 120.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ № 02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП № 023330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6.