

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

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной психологии и эргономики

**И. Г. Шупейко**

## **ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК – МАШИНА»**

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики  
и радиоэлектроники для специальностей 1-59 80 01 «Охрана труда»,  
1-59 81 01 «Управление безопасностью производственных процессов»  
в качестве пособия*

Минск БГУИР 2017

УДК 007.51:331.101.1-027.31  
ББК 30.17+65.24  
Ш96

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра программного обеспечения сетей телекоммуникаций  
учреждения образования «Белорусская государственная академия  
связи» (протокол №1 от 01.09.2016);

заведующий кафедрой охраны труда Белорусского национального  
технического университета, доктор технических наук, профессор  
А. М. Лазаренков

**Шупейко, И. Г.**

Ш96 Эргономическое проектирование систем «человек – машина» :  
пособие / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2017. – 76 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-330-0.

Пособие содержит описание структуры и содержания процесса эргономического проектирования систем «человек – машина», включает рекомендации по практической реализации его отдельных этапов. Излагаемый материал проиллюстрирован примером проектирования конкретной системы «человек – компьютер – среда».

**УДК 007.51:331.101.1-027.31  
ББК 30.17+65.24**

**ISBN 978-985-543-330-0**

© Шупейко И. Г., 2017  
© УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Особенности проектирования современных систем «человек – машина – среда» .....	4
2 Понятие эргономичности системы «человек – машина – среда» .....	8
3 Эргономические требования к СЧМС.....	13
4 Общие эргономические требования к системам «человек – компьютер – среда».....	17
5 Обеспечение эргономичности пользовательского интерфейса систем «человек – компьютер – среда» .....	20
6 Методы эргономического представления информации при проектировании веб-сайтов .....	27
7 Эргономическое проектирование СЧМС .....	35
8 Рекомендации по практической реализации отдельных этапов эргономического проектирования .....	42
9 Пример эргономического проектирования СЧМС .....	47
9.1 Назначение и функции проектируемой системы.....	47
9.2 Анализ функций системы и их распределение между исполнителями.....	49
9.3 Проектирование деятельности пользователей системы.....	53
9.4 Разработка эргономических требований к системе .....	56
9.5 Проектирование технических средств деятельности (прототипа пользовательского интерфейса системы) .....	58
9.6 Эргономическая оценка проектируемой системы .....	67
Литература .....	75

## 1 Особенности проектирования современных систем «человек – машина – среда»

Практическое проектирование систем «человек – машина – среда» (СЧМС) имеет длительную историю, оно существует столько времени, сколько человек создает и использует различные машины (или технические устройства). В течение этого периода использовались различные подходы к созданию таких систем.

Вначале, когда не получили распространения идеи системного подхода, данный процесс представлял собой просто техническое проектирование машин. Такой подход существовал достаточно долго (примерно со второй половины XVIII до середины XX столетия). Позднее его стали называть *машиноцентрическим*, т. е. «от машины к человеку», когда человек фактически рассматривается как техническое звено СЧМ, «входные» и «выходные» характеристики которого по приему и переработке информации нужно только согласовать с аналогичными характеристиками технических звеньев.

Во второй половине XX столетия, когда появились и стали развиваться области научного знания о проблемах «человеческого фактора в технике» – инженерная психология и эргономика, в методологическом плане проектирование СЧМ стало опираться на идеи системного подхода, согласно которому именно законы взаимосвязи и взаимообусловленности различных звеньев системы определяют ее свойства как целого.

Для проектирования систем «человек – машина» (СЧМ) Б. Ф. Ломов предложил *антропоцентрический подход*, т. е. «от человека к машине», согласно которому человек рассматривается как субъект труда, выполняющий сознательную целенаправленную деятельность, а любая машина – как орудие труда, которое человек использует для осуществления данной деятельности. Поэтому в соответствии с антропоцентрическим подходом СЧМ должна проектироваться таким образом, чтобы человеку в ней было максимально комфортно, чтобы он мог в ней максимально реализовать свой личностный и профессиональный потенциал. Иными словами, любая современная техника должна создаваться для человека с учетом его возможностей и особенностей. При практическом применении антропоцентрического подхода главной задачей становится проектирование операторской деятельности, а проект деятельности человека-оператора выступает как основа для проектирования технических звеньев системы «человек – машина». Следовательно, при антропоцентрическом подходе человек и техника рассматриваются как разнокачественные звенья СЧМ, а центральным звеном системы является человек [2].

Проектирование СЧМ носит комплексный характер и включает в себя частные виды проектирования:

- *техническое*, включающее разработку машины (технического звена системы);

- *художественное* (дизайнерское), нацеленное на обеспечение эстетичности, эмоциональной привлекательности машины;

- *эргономическое* (инженерно-психологическое), состоящее в разработке проекта операторской деятельности.

**Техническое проектирование** заключается в разработке технической части системы. Этот вид проектирования является традиционным, применяется уже длительное время и хорошо известен проектировщикам. В настоящее время техническое проектирование включает 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** – это разработка структурных, функциональных и принципиальных электрических схем всех компонентов системы с проведением необходимых расчетов.

**Программное проектирование** – это разработка 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 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 необходимой технологической документации.

**Дизайнерское (художественное) проектирование** необходимо для обеспечения эстетических качеств техническим звеньям системы: красоты, привлекательности, информационной выразительности, композиционной целостности и др. Его целью является учет свойств эмоциональной и мотивационной сфер психики человека, формирование у него определенного эстетического отношения к продукту проектирования.

**Эргономическое проектирование** заключается в решении всех вопросов, связанных с включением человека в проектируемую систему «че-

ловек – машина – среда». Его отличительной чертой является разработка проекта деятельности человека, в то время как задачей технического проектирования является создание проекта технической части системы. Кроме создания проекта деятельности человека-оператора в задачи эргономического проектирования входит согласование, «стыковка» проекта технической звена (машины) и проекта деятельности людей, которые будут ею управлять, ее обслуживать или ее осваивать, и создание на основе этого оптимального проекта системы «человек – машина» (рисунок 1.1).

Эргономическое проектирование основано на понимании того, что, создавая технику, мы фактически проектируем систему, в которой человек, техника и условия среды являются звеньями сложного функционирующего целого объекта.

В целом реализация всех названных видов проектирования в процессе создания СЧМ направлена на определение такого оптимального варианта интеграции всех ее звеньев в единую систему, который являлся бы наилучшим с учетом следующих точек зрения:

- эффективность применения системы, включая затраты на ее разработку, изготовление и эксплуатацию;
- отбор и подготовка обслуживающего персонала;
- другие возможные показатели.

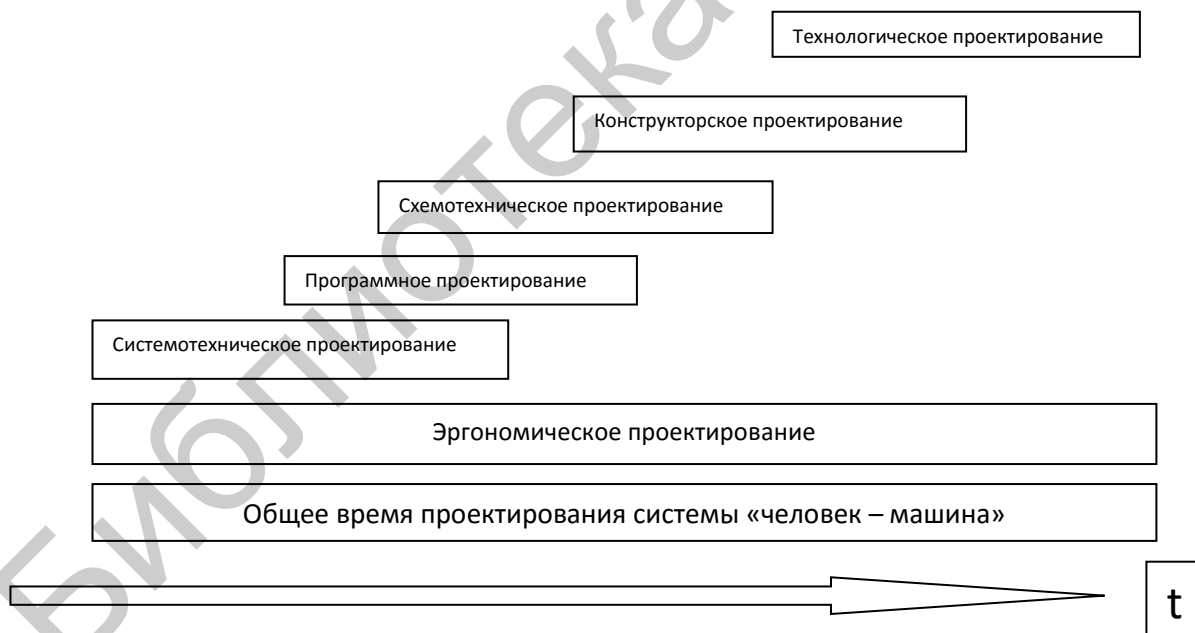


Рисунок 1.1 – Участие разных видов проектирования в процессе разработки СЧМ

Проведение эргономического проектирования можно выполнять на двух уровнях: *коррективном и проективном*.

*Коррективный уровень* представляет собой практическую реализацию *машиноцентрического подхода* к созданию СЧМ, при котором вначале разрабатывается проект машины (технического звена системы), а затем он корректируется с целью устранения недостатков, связанных с учетом свойств и особенностей человека.

*Проективный уровень* эргономического проектирования реализует *антропоцентрический подход* к созданию системы «человек – машина», когда создание системы начинается с разработки проекта деятельности в ней пользователей машин, а затем сами машины проектируются как средства деятельности человека, как орудия его труда.

Выполнение эргономического проектирования *на проективном уровне* позволяет решать задачи, связанные не только с оптимизацией отдельных действий человека-оператора или условий его труда, но и с повышением эффективности функционирования всей целостной системы «человек – машина – среда».

Библиотека БГУИР

## 2 Понятие эргономичности системы «человек – машина – среда»

*Эргономичность* – это целостная эргономическая характеристика системы «человек – машина – среда», показывающая степень учета в ней свойств и особенностей человека. Структура данного показателя иерархическая, включающая несколько уровней, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению ее составляющих [2].

Количественное значение эргономичности обычно выражается в относительных единицах, поэтому величина данного показателя лежит в диапазоне 0–1.

Эргономичность СЧМС – это целостная интегративная характеристика, которая вырастает из ряда эргономических свойств, а также групповых и единичных эргономических показателей (таблица 2.1). Эргономические показатели каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических характеристик последующего уровня.

Непосредственное значение эргономичности формируют эргономические свойства: *управляемость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость*.

Первые три эргономических свойства описывают характеристики системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека или группы людей по управлению, обслуживанию и освоению СЧМС. Происходит это в тех случаях, когда в проекте системы учтены решения, создающие наилучшие условия для комфортного, эффективного и безопасного выполнения указанных видов деятельности [2].

Четвертое свойство – *обитаемость* – характеризует условия функционирования системы, при которых сохраняется здоровье пользователей машины, поддерживаются нормальная динамика их работоспособности и хорошее самочувствие.

*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 задаваемых 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 [2].

Для реализации управляемости необходимо такое распределение функций между человеком и машиной, которое обеспечивает при их взаимодействии ведущую роль человека и исключение из обмена сигналов и команд, дезорганизующих функционирование техники или человека. Поэтому, с одной стороны, скорость протекания процессов в технических системах, точность выдерживания их параметров требуют точности, своевременности информации как получаемой от машины, так и вводимой в машину, а с другой стороны, последнее слово должно оставаться за человеком. Опережение машиной действий человека непременно приводит к утрате контроля над СЧМС, а затем и к потере управления ею. Такая ситуация чревата как аварией, так и возникновением эмоционального стресса у персонала со всеми нежелательными последствиями [2].

*Обслуживаемость* определяет соответствие конструкции машины (и/или отдельных ее элементов) оптимальной структуре деятельности по ее обслуживанию (т. е. наладке, регулировке, проведению регламентных работ, ремонту).

*Освояемость* определяет:

- заложенные в машине и эксплуатационной документации возможности для быстреего ее освоения на основе приобретения пользователями необходимых знаний для решения задач управления и обслуживания;

- задаваемые машиной требования к уровню развития профессионально значимых психофизиологических и психологических функций человека для выполнения деятельности как в нормальных, так и в аварийных условиях;

- задаваемые машиной требования к характеру и степени группового взаимодействия при ее управлении;

- заложенные в машине возможности для развития и совершенствования профессионально важных качеств [2].

*Обитаемость* определяет:

- соответствие условий функционирования машины биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку хорошее здоровье, высокую работоспособность и нормальное развитие;

- уменьшение или ликвидацию вредных для природной среды условий функционирования машины [2].

Например, работа в производственном помещении, лишенном доступа естественного света и имеющем высокий уровень производственного шума, вызовет сильное психическое утомление с дальнейшими негативными последствиями как поведенческого, так и соматического характера.

Таблица 2.1 – Структура эргономичности СЧМС

Целостная эргономическая характеристика	Эргономичность					
Эргономические свойства	Управляемость	Обслуживаемость		Освояемость	Обитаемость	
Комплексные показатели	Номенклатура комплексных показателей, характеризующих управляемость	Номенклатура комплексных показателей, характеризующих обслуживаемость		Номенклатура комплексных показателей, характеризующих освояемость	Номенклатура комплексных показателей, характеризующих обитаемость	
Групповые эргономические показатели	Социально-психологический	Психологический	Психофизиологический	Физиологический	Антропометрический	Гигиенический
Единичные эргономические показатели	Номенклатура единичных показателей, определяющих социально-психологический групповой показатель	Номенклатура единичных показателей, определяющих психологический групповой показатель	Номенклатура единичных показателей, определяющих психофизиологический групповой показатель	Номенклатура единичных показателей, определяющих физиологический групповой показатель	Номенклатура единичных показателей, определяющих антропометрический групповой показатель	Номенклатура единичных показателей, определяющих гигиенический групповой показатель

Эргономические свойства характеризуются комплексными эргономическими показателями, номенклатура которых различна у разных эргономических свойств. Такими показателями могут быть:

1) по управляемости:

- среднее время или коэффициент занятости человека-оператора при выполнении 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 занятости 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;

4) *по обитаемости:*

- степень соответствия параметров рабочей среды гигиеническим нормам [2].

Количественные значения эргономических свойств обычно выражаются в относительных единицах и могут принимать значения в диапазоне 0–1.

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 человека: *социально-психологических, психологических, физиологических, психофизиологических, антропометрических, гигиенических* в их соотношении с техникой.

Степень учета в конструкции машины (и организации процесса деятельности ее пользователей) названных групп базовых характеристик человека показывают *групповые эргономические показатели*. Каждый *групповой эргономический показатель* (ЭП) включает различные аспекты проявления вышеупомянутых базовых характеристик человека в формировании тех или иных эргономических свойств:

1) *социально-психологический:*

- соответствие конструкции машины и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия;

- степень опосредования межличностных отношений содержанием совместной деятельности по управлению машиной;

2) *психологический:*

- соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики работающего человека;

- соответствие машины закрепленным и вновь формируемым навыкам человека;

3) *физиологический:* соответствие машины силовым, скоростным и энергетическим возможностям и особенностям человека.

4) *психофизиологический*: соответствие машины зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека;

5) *антропометрический*: соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, распределению его веса;

б) *гигиенический*: показатели рабочей среды рабочих мест пользователей (освещенности, вентилируемости, температуры, влажности, давления, напряженности магнитного и электрического полей, запыленности, радиации, токсичности, шума, вибрации, невесомости и др.) [2].

Количественные значения групповых эргономических показателей также обычно выражаются в относительных единицах, их величины могут находиться в диапазоне от 0 до 1.

Значения групповых эргономических показателей формируют *единичные эргономические показатели*, каждый из которых представляет собой конкретную характеристику машины (или оборудования рабочего места человека-оператора), которая является реальностью, материальной сущностью, соответственно ее можно увидеть, потрогать руками, измерить. Величина группового эргономического показателя отражает влияние многих единичных эргономических показателей, представляет их своеобразную свертку.

Примерами единичных эргономических показателей могут быть величины контраста знаков и фона индикаторов, усилия переключения органов управления, количество сигналов, которые человек-оператор должен сохранять в памяти, для принятия решения и т. п.

Логика формирования эргономических показателей и свойств системы «человек – машина – среда» показана на рисунке 2.1.

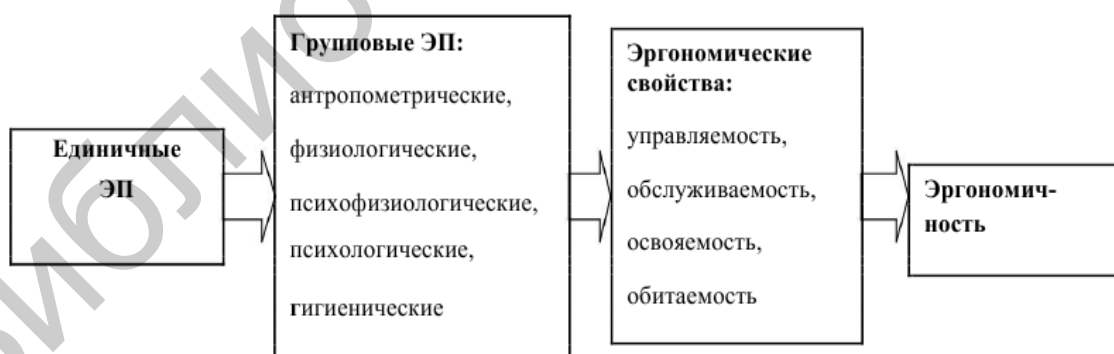


Рисунок 2.1 – Логика связей эргономических характеристик СЧМС

### 3 Эргономические требования к СЧМС

Под эргономическими требованиями понимаются требования к СЧМС, ее отдельным подсистемам и рабочей среде, определяемые свойствами человека и устанавливаемые для обеспечения его комфортной, эффективной и безопасной деятельности.

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

Эргономические требования должны предъявляться как к характеристикам машины (и к различным ее элементам), так и к человеку-оператору, включенному в эргатическую систему, создаваемую на основе данной машины.

Сформулировать эти требования и реализовать их непросто, т. к. свойства человека весьма многочисленны и разнообразны, они характеризуют человека как анатомическую, физиологическую, психофизиологическую и психологическую системы [2].

При формулировании эргономических требований и их влияния на характеристики эргатической системы имеет место логическая последовательность, изображенная на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Логика формулирования эргономических требований и их влияния на характеристики СЧМ

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

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

Эргономические требования формируются на основании экспериментальных исследований и опыта эксплуатации систем «человек – машина – среда». Множество таких требований содержится в научной, учебной и справочной литературе по инженерной психологии и эргономике, а также в эргономических стандартах [1, 2, 3, 5, 6, 9, 12].

Эргономические требования необходимы для обеспечения:

- рационального распределения функций в СЧМ;

- оптимальной 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 [2].

Основными принципами реализации эргономических требований являются:

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

- **принцип цикличности**, заключающийся в том, что ЭТ в различном содержании учитываются на всех этапах проектирования СЧМ, а именно при разработке Технических требований, Технического задания, Эскизного предложения, Эскизного проекта, Технического проекта, Технической документации;

- **принцип обязательности использования**, реализующийся путем стандартизации ЭТ.

В настоящее время разработаны и используются эргономические стандарты четырех типов:

- 1) базовые, включающие основные характеристики человека (антропометрические, физиологические, психологические и др.);
- 2) функциональные, включающие эргономические требования к техническим средствам деятельности человека-оператора (индикаторам, органам управления, пультам управления, оборудованию рабочих мест);
- 3) стандарты, включающие показатели воздействующих на человека гигиенических факторов рабочей среды;
- 4) стандарты, включающие требования к процедурам и методам эргономических исследований [2].

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

Различают следующие эргономические требования: *общие* и *частные*. *Общие* относятся к целым группам (классам) СЧМ, они являются универсальными и могут быть представлены в стандартах, нормативной и справочной литературе. *Частные* относятся к конкретным системам и обусловлены их назначением и особенностями эксплуатации.

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 системы, а также компромиссного характера процесса проектирования [2].

Эргономические требования имеют широкую и разветвленную номенклатуру (ГОСТ 20.39.108-85). Причем ЭТ, относящиеся к техническим средствам деятельности, как более низким иерархическим уровням, 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 СЧМС, а также характера операторской деятельности [2].

Часть ЭТ поддается строгому количественному описанию, и их характеристики представлены в справочной и нормативно-технической литературе. Остальные могут быть представлены описательно, т. е. на качественном уровне.

В настоящее время предлагаются различные классификации эргономических требований. Наиболее целесообразным является их классификация по *различным уровням свойств человека*, которая определяется своеобразием свойств человека. В зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора различают следующие группы ЭТ:

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

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

Их составляют на основе санитарно-гигиенических рекомендаций и нормативов (нормы по микроклимату, газовому составу, освещенности, шуму и т. д.). Гигиенические требования 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 обеспечению требуемых физических усилий

в процессе выполнения профессиональных обязанностей, устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, реализации физических качеств силы, скорости, выносливости и подобных при эксплуатации техники. Многие из требований этой группы составлены на основе принципа экономии движений, т. е. их оптимального характера, последовательности, темпа и ритма.

**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 СЧМС и ее элементов психологическим особенностям человека. К ним относятся особенности восприятия, памяти, мышления, психомоторики человека.

Психологические требования учитывают возможности участия человека в информационном взаимодействии в СЧМС, определяющие процессы приема и переработки информации, выполнение управляющих действий в СЧМС. Кроме этого, они учитывают их влияние на легкость и быстроту формирования навыков человека, закрепления им вновь приобретенных навыков, их соответствие существующим стереотипам, а также на объем и скорость восприятия и переработки информации человеком.

**Социально-психологические требования** направлены на предотвращение в командах и экипажах эргатических систем нежелательных социально-психологических явлений (конфликтов, борьбы за лидерство, психологической несовместимости и др.) [2].

Рассмотренные эргономические требования предъявляют к различным элементам СЧМС:

- 1) рабочим местам операторов;
- 2) пультам управления;
- 3) органам управления и индикации;
- 4) к системам отображения и ввода информации;
- 5) эксплуатационной документации;
- 6) персоналу СЧМС.



## **4 Общие эргономические требования к системам «человек – компьютер – среда»**

### **ЭТ к характеристикам программных средств**

Разработанное специальное программное средство должно полностью соответствовать техническому заданию и позволять успешно решать поставленные перед ним цели и задачи.

Последовательность действий, выполняемых для его установки, должна полностью соответствовать инструкции.

Программное средство должно быстро и легко запускаться, а в процессе использования – надежно и устойчиво функционировать.

### **ЭТ к информации, представляемой пользователю на экране дисплея**

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  $35 \text{ кд/м}^2$  для дисплеев на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ) и не менее  $20 \text{ кд/м}^2$  для дисплеев с плоскими экранами. Неравномерность яркости рабочего поля экрана и яркости элементов знаков не должна быть более 20 %. Яркостный контраст изображения должен быть не менее 3:1.

Ширина контура знака должна быть в пределах от 0,25 до 0,5 мм, а изменение размеров однотипных знаков на плоскости экрана не должно превышать  $\pm 5\%$  [12].

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  $2^\circ$ .

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.

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 [12].

Контраст изображения по отношению к фону должен быть оптимальным.

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, зеленый – разрешение и т. д.

Для смыслового противопоставления объектов следует использовать оптимальный выбор пар цветов: красный – зеленый, синий – желтый, белый – черный.

Яркость цветов объектов по отношению к фону должна обеспечивать равномерное распределение яркости, яркостный контраст должен быть не менее чем 0,6.

Формы объектов на экране должны быть похожими на формы реальных объектов.

Поля восприятия графической информации должны иметь следующие размеры:

- *поле точного восприятия*:  $3^\circ$  вверх-вниз (или 2,6–2,7 см),  $7^\circ$  вправо-влево (или 4,8–5,2 см) от оси зрения;

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

- *поле высокозначимой информации*:  $15^\circ$  (или 14–16 см) во все стороны от оси зрения;

- *поле главного объекта*:  $10^\circ$  (или 9–10 см) во все стороны от оси зрения.

Пространственное расположение информации на экране должно соответствовать оптимальному порядку ее восприятия. В поле главного объекта не должно находиться более 4–6 второстепенных объектов.

Надписи, обозначающие объекты или органы управления, должны быть краткими, однозначно воспринимаемыми и читаться слева направо. В них допускается использование только тех слов, которые хорошо известны пользователю. Сокращение слов в надписях 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 [12].

Используемые в тексте слова должны соответствовать тезаурусу (словарю) пользователя, а его смысловая композиция – обеспечивать доступность и понятность текста.

**ЭТ к рабочему месту человека-оператора, к помещениям, где размещены и используются средства вычислительной техники, и к рабочей среде**

Перечисленные группы требований устанавливаются в соответствии с нормативным документом «Санитарные нормы и правила №59 от 28 июня 2013 г. «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами».

Библиотека БГУИР

## **5 Обеспечение эргономичности пользовательского интерфейса систем «человек – компьютер – среда»**

Требование обеспечения эргономичности систем «человек – компьютер – среда» (СЧКС) предполагает разработку пользовательских интерфейсов программного обеспечения, ориентированную на максимальное психологическое и эстетическое удобство для пользователя. Интерфейс определяет способ, с помощью которого пользователь взаимодействует с компьютером. Приспособленный к свойствам и особенностям пользователя интерфейс является фундаментом для обеспечения эффективности любых СЧКС.

Интерфейс объединяет устройства ввода, вывода и программное обеспечение, которое их обслуживает. К аппаратному обеспечению компьютерного интерфейса относятся клавиатура, манипулятор типа мышь, джойстик, системный блок, монитор.

Без эргономичного пользовательского интерфейса даже идеально спроектированная компьютерная система не будет успешной. Поэтому проектирование эргономичных пользовательских интерфейсов должно быть ключевым вопросом при разработке СЧКС.

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.

При проектировании компьютерных систем рекомендуется руководствоваться рядом правил.

Первое из них требует предоставления пользователю возможности осуществлять контроль над системой в процессе ее функционирования за счет гибкости и комфортности интерфейса. Для этого используются следующие проектные решения:

- предоставление пользователю возможности выбирать работать либо мышью, либо клавиатурой, либо их комбинацией;
- предоставление пользователю возможности сконцентрировать внимание (прерываемость процесса взаимодействия с компьютером);
- предоставление пользователю полезных сообщений;
- создание условий для немедленных и обратимых действий, а также для обратной связи;
- приспособление системы к пользователю с различным уровнем подготовки;
- создание пользовательского более понятного интерфейса, а также возможность настраивать интерфейс по своему вкусу, т. е. сделать его более приспособляемым и т. п.

Второе правило требует уменьшения нагрузки на память пользователя. Основными принципами, позволяющими снизить загрузку памяти пользователя, являются:

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

Третье правило нацелено на создание совместимого интерфейса. Это означает, что все программы должны быть совместимыми, а их интерфейс последовательным.

При проектировании пользовательского интерфейса следует учитывать, что каждый элемент информационной модели, появляющийся на экране, оказывает влияние на пользователя как самостоятельно, так и в комбинации с остальными элементами.

Воспринимаемые цвета оказывают на человека эмоциональное воздействие. Например, теплые цвета (красный, оранжевый и желтый с их оттенками) возбуждают и увеличивают активность, а холодные (синий, фиолетовый, голубой, зеленый) – оказывают умиротворяющее и успокаивающее действие.

При правильном использовании цвет может быть важным инструментом, повышающим эффективность системы. Неправильное использование цвета, наоборот, может существенно снизить качество системы.

Поскольку цвет является сильным средством привлечения внимания, использование цветов позволяет сделать интерфейс более «дружественным и легким в использовании». Операционные системы имеют стандартные цветовые палитры, которые разработчики могут легко использовать при создании интерфейса.

Исследования в области восприятия цвета позволили установить несколько общих принципов эффективного использования цвета. С точки зрения психологии восприятия 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. [12].

Необходимо также иметь в виду, что цвета неодинаково воспринимаются на экране дисплея и на отпечатанном документе, что не все цвета

одинаково разборчивы и читаемы и что на поверхностях малой площади цветовые различия плохо заметны.

Рекомендации по использованию звука, как и цвета, основаны на особенностях человеческого восприятия, они в основном сводятся к следующему:

1) при любых формах представления (звуковой, визуальной) сообщение должно быть простым и коротким;

2) звуковая форма сообщения побуждает к немедленному ответному действию, а визуальная – не оказывает такого воздействия;

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

Во многих современных компьютерных программах используется обратная связь в виде коротких звуковых сигналов – «бипов», сообщающих о допущенной ошибке или неправильно выбранном варианте. Кроме того, звуковой сигнал может быть весьма полезным, например, при получении сообщения о доставке новой почты и т. п.

Использование анимации в пользовательских интерфейсах может сделать их более понятными и эффективными при отображении сложных процессов, изменяющихся во времени. Большинство современных графических пользовательских интерфейсов применяет минимальный набор методов анимации для отображения действий, выполнения и состояния процесса, запущенного пользователем или системой. Анимация, используемая в интерфейсе операционной системы Windows, включает в себя изменяющие масштаб и уменьшающиеся при открывании и закрывании окна значки песочных и обычных часов для отображения выполнения коротких процессов, а также индикаторы выполнения для более длительных процессов.

Пользовательский интерфейс должен быть предельно наглядным и интуитивно понятным, чтобы пользователям не приходилось строить догадки о том, как взаимодействовать с отображаемыми на экране элементами.

Компоновка и оформление элементов окна, так же как и цвет, шрифт, размер, тип управляющих элементов, вопросы симметричности, выделения и множество других факторов, оказывают влияние на окончательный вид самого простого окна.

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 [12].

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 ранее введенные 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. Для уменьшения количества выполняемых пользователем действий рекомендуется автоматически помещать мерцающий курсор в начало области ввода данных. 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 дополнительных и необходимых полей ввода данных. Однако исследования показали, что для указания обязательных полей лучше использовать обычный текст, а не угловые скобки, пометки или цвета.

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 выделением метки полужирным шрифтом или иным аналогичным способом. При этом не стоит создавать новую служебную лексику (оригинальный жаргон), обозначая области ввода данных, необходимо использовать общепринятые термины.

Если разработчик считает полезным сохранить неопределенность в названии, необходимо протестировать удобство и простоту использования такой метки с несколькими опытными пользователями. Целесообразно размещать метки 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 [1,12].

Проектировщики должны также пытаться минимизировать использование клавиши «SHIFT», делая введенные пользователем команды независимыми от регистра. Система должна обрабатывать введенные пользо-

вателем заглавные и строчные буквы как эквивалентные, если нет обоснованной причины делать иначе (например, в случае увеличения безопасности паролей). В последнем случае необходимо четко сообщить пользователю, что он должен вводить команды определенным образом.

Пользователи должны видеть все вводимые данные. Среди потенциальных пользователей всегда найдутся такие, 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 максимально сокращена. Когда есть символьный предел для специфической области, нужно сообщить об этом около области ввода. Исследования показали, что область ввода должна быть достаточно длинной и включать в себя по крайней мере 35–40 символов. Области ввода данных должны быть достаточно широкими, чтобы пользователь мог видеть все введенные данные без прокрутки.

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

- разделением длинных элементов данных на более короткие разделы и для ввода данных, и для их отображения. Например, легче ввести и проверить несколько цифровых номеров телефона, когда они вводятся по группам, т. е. NNN-NNN-NNNN;

- использованием одинаковых способов ввода данных, избеганием частого переключения назад и вперед между методами ввода данных, т. к. многочисленные переключения с клавиатуры на мышь и обратно на клавиатуру существенно замедляют скорость ввода;

- отображением значений по умолчанию всякий раз, когда может быть определен вероятный выбор значения по умолчанию;

- определением желательных единиц 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.

Проектировщики также должны обеспечивать легкодоступный обзор информации, особенно это касается веб-страниц, где необходимо использовать понятные, хорошо расположенные заголовки, короткие предложения и небольшие по объему абзацы. Пользователи чаще всего просматривают именно заголовки и 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 [1,12].

Многие пользователи склонны вначале пробегать глазами все сообщение и только после нахождения необходимой информации читать текст полностью и внимательно. Поэтому проектировщикам следует помочь пользователям быстро просматривать большие фрагменты информации. Кроме того, нужно помнить, что пользователи в возрасте старше 70 лет просматривают информацию намного медленнее, чем те, чей возраст менее 39 лет.

Также нельзя вынуждать пользователя запоминать информацию, полученную на предыдущей странице. Например, если заглавная строка таблицы исчезает при прокрутке данных, то это может негативно отразиться на степени адекватности восприятия предъявленной информации вследствие превышения лимита оперативной памяти пользователя.

Вся информация, относящаяся к одной теме, должна быть сгруппирована. Это позволит сократить время, затрачиваемое пользователями на просмотр или изучение информации на экране, поскольку они будут обращать внимание на группы сходных элементов, расположенных в одном месте [1,12].

Для веб-сайтов актуально, чтобы критически важная информация находилась как можно ближе к стартовой странице. Для пользователя это снижает количество просматриваемых страниц. Чем больше шагов ему необходимо сделать, тем больше вероятность того, что он сделает неправильный выбор. Важная информация должна быть доступна после двух-трех нажатий, наиболее популярные темы должны быть найдены с наименьшим количеством нажатий. Исследования показали, что время на выполнение задания пропорционально количеству нажатий пользователей, начиная со стартовой страницы. Кроме того, выяснилось, что пользователи продолжают переходить по ссылкам до тех пор, пока считают, что они в состоянии приблизиться к цели (вероятность того, что пользователь покинет сайт после трех нажатий не больше, чем после двенадцати).

При условии соблюдения всех вышеперечисленных рекомендаций при проектировании экранных интерфейсов значительно повышается эффективность работы пользователя и снижается утомляемость [12].

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 за-

дач. 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 [12].

Библиотека БГУИР

## **6 Методы эргономического представления информации при проектировании веб-сайтов**

Представление информации является важной частью данного вида проектирования, поскольку оно связано с построением так называемой информационной модели. В свою очередь, эргономика предъявляет определенные требования к взаимодействию человека и машины, в том числе и в Интернете. Основными объектами оптимизации здесь выступают объем представляемых сведений, темп и очередность предъявления смысловых фрагментов, расположение знаков, символов и принципы их построения.

Информационная модель формируется такими средствами, как изобразительный и звуковой ряд на экране и пространственно-временная структура строения сайта. Нормативные обязательства Интернета (установленные языки разметки, форматы, контент), как правило, не ухудшают эргономические характеристики сайтов, если их грамотно придерживаться, хотя должных акцентов не расставляют.

Например, при конструировании баннеров часто возникает проблема рационального использования пространства. Такая характеристика, как острота зрения, определяет способность человека-оператора обнаруживать мелкие детали информационной модели. Можно предположить, что будет замечен элемент, равный минимально различимому глазом пятну (угловой размер  $1'$ ). В действительности же он может быть много меньше. Это объясняется тем, что острота зрения напрямую зависит от яркости и вида контраста – прямого или обратного. При увеличении яркости размеры объекта кажутся больше, а при ослаблении – меньше. Иллюзии усиления яркости можно достичь, используя так называемые резонансные частоты. Например, при частоте мелькания объекта 10 Гц яркость воспринимается примерно в два раза большей, нежели при стабильном отображении.

Знания особенностей зрительной системы человека способны оказать существенную помощь при разработке информационных ресурсов. Палочки и колбочки распределены по сетчатке глаза неравномерно. Первых больше на периферии, а вторых – в центре. При недостаточном освещении (в сумерках) функционируют палочки, которые позволяют различать только оттенки серого цвета, в условиях дневного света – колбочки, они обеспечивают цветовые (хроматические) ощущения. Поэтому при слабой освещенности наиболее чувствительна область  $10-20^\circ$  к периферии от середины сетчатки, а в дневных условиях – ее центр. Это необходимо учитывать при цветовом кодировании зрительных элементов информационной модели [6].

Время фиксации сигнала (метки, знака) должно быть не менее 0,2 с при многократном предъявлении и не менее 2 с – при однократном. Интервалы между появлениями знаков, требующих дискретных ответных движений, не должны быть менее 0,5 с. При предъявлении текущих алфа-

витно-цифровых данных, когда требуется их точное дискретное считывание, периодичность смены показаний не должна быть более одного раза в секунду, а если необходимо только определение тенденции изменения параметров или грубое считывание, темп может быть в пределах от двух до пяти раз в секунду.

Расположение предъявляемой информации должно производиться таким образом, чтобы минимизировать маршруты движения глаз по экрану дисплея в процессе ее восприятия. Размещение последовательно воспринимаемых фрагментов информации не должно вызывать переноса взгляда более чем на 20°. Кроме того, необходимо учитывать, что чтение слева направо и по горизонтали предпочтительнее вертикального, поскольку оно почти в два раза быстрее.

Форма сайта должна отвечать ожиданиям посетителя, поэтому наиболее важные сведения, предназначенные для первоначального считывания, должны быть максимально сосредоточены в центральной части экрана, а второстепенная информация должна располагаться в периферийных зонах. Информация, отражающая качественные изменения и требующая быстрого реагирования, должна отображаться в левом верхнем квадрате экрана, а однотипные данные, размещенные на разных страницах, должны располагаться в одной и той же области [6].

### **Кодирование информации**

**КОДИРОВАНИЕ ФОРМОЙ.** При кодировании формой основной признак объекта обозначается контуром или силуэтом и дает представление о его типе (классе). При выборе между контурными и силуэтными знаками (сочетание их недопустимо) предпочтение следует отдавать последним. При этом, однако, следует помнить, что силуэтные знаки позволяют создавать алфавиты меньшей длины из-за невозможности использования внутренних деталей. Оптимальная форма знака – замкнутая фигура. Дополнительные детали знака отображают информацию о характеристиках (свойствах, состояниях) объекта. Они не должны пересекать или искажать контур (исключение составляют только те знаки, которые обозначают отмену информации, запрещение каких-либо действий, их окончание и т. п.).

При конструировании знаков следует отдавать предпочтение их внутренним деталям перед наружными. Простые смысловые понятия, входящие в состав более сложных, должны кодироваться во всех соответствующих символах идентичными элементами. Выбранная графическая структура алфавита, оставаясь базовой, должна позволять (при необходимости расширения) наращивать символы дополнительными элементами. Для создания простых геометрических форм (круг, квадрат, прямоугольник) целесообразно использовать соответствующие фигуры базового конфигуратора.

Контур знака должен быть четким, простым в начертании и содержать небольшое количество элементов. Фигуры, составленные из прямых линий, различаются легче, чем имеющие кривизну и большое количество углов; также лучше воспринимаются фигуры, имеющие выступы. При построении контуров и дополнительных деталей знаков не следует использовать пунктирные и штриховые линии. Дополнительные детали лучше располагать в верхней или нижней частях основного контура знака. При этом образуются три узла кодирования, в каждом из которых размещаются элементы, применяемые для кодирования близких по смыслу понятий.

В качестве опознавательных атрибутов в пределах одного алфавита нельзя использовать:

- число элементов (исключение составляют знаки, например, отображающие понятия «мало-много», «одиночный-групповой»);
- отличие по признаку «позитив-негатив»;
- отличие по признаку «прямое-зеркальное отражение» (за исключением случаев, когда это необходимо для пространственной ориентации или направленности по признаку «вверх-вниз», «влево-вправо», «вперед-назад» и т. п.);
- буквы, цифры и знаки препинания снаружи или внутри контура;
- более 3-4 вариантов одного и того же элемента (например, различную площадь штриховки и т. п.);
- более девяти дополнительных деталей к одной и той же основной конфигурации.

Знаки (символы) должны учитывать закономерности формирования ассоциаций, а именно:

- форма знака ассоциируется с внешним видом соответствующего объекта или процесса;
- знак представляет собой аббревиатуру названия соответствующего объекта;
- знак однотипен с используемым соответствующим условным обозначением объекта, принятым, например, в обыденной жизни или эксплуатационных документах [6].

**КОДИРОВАНИЕ РАЗМЕРОМ.** При кодировании размером устанавливается соответствие между площадью (объемом) или линейными параметрами знака и характеристиками объекта (удаленностью, высотой, шириной и т. п.). При этом более значимая информация должна иметь по крайней мере в полтора раза больший размер. Дальнейшее увеличение должно производиться в геометрической, а еще лучше в логарифмической прогрессии, поскольку органы чувств человека воспринимают изменения параметров по такому же закону.

**КОДИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ.** Кодирование пространственной ориентацией для асимметричной фигуры достигается путем ее поворота в поле зрения наблюдателя; для симметрич-

ной – утолщением одной из линий контура знака. Отклонение от осей координат не должно быть менее  $1^\circ$ , что определяется величиной оперативного пространственного дифференциального порога зрительного восприятия [6].

**КОДИРОВАНИЕ ДЛИНОЙ ЛИНИИ.** При кодировании длиной линии целесообразно делать ее штриховой, это облегчает сравнение величин отображаемых параметров. При этом желательно группировать штрихи линии по 2, 3, 4 для упрощения счета. На одной линии при таком способе кодирования следует располагать не более четырех градаций отображаемого параметра.

**КОДИРОВАНИЕ ОРИЕНТАЦИЕЙ ЛИНИИ.** При кодировании ориентацией линии для повышения точности оценки направления линии целесообразно использовать вспомогательные трафаретные сетки.

**КОДИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВОМ ТОЧЕК.** При кодировании количеством точек в целях правильного определения числа одновременно предъявляемых точек следует придерживаться единообразия их пространственной ориентации.

**БУКВЕННО-ЦИФРОВОЕ КОДИРОВАНИЕ.** При таком кодировании, чтобы исключить смешение знаков, выделяют характерные признаки, отличающие их друг от друга. При этом необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров: высоты, ширины, толщины линии. Все цифры должны быть арабскими, кроме специальных случаев. Лучшими из начертаний являются шрифт Бергера (знаки составлены прямыми линиями) и шрифт Макворта (линии в знаках расположены под углом  $45^\circ$ ) [6].

**КОДИРОВАНИЕ ЯРКОСТЬЮ.** При кодировании яркостью интенсивность знаков выбирают с учетом общей освещенности на рабочем месте пользователя и величины яркостного контраста элементов информационного поля. Выделять таким способом следует только расположенные рядом элементы одного вида. При этом яркость каждого элемента должна отличаться от соседнего не менее чем в два раза. Данный способ кодирования менее предпочтителен по сравнению с другими, поскольку сигналы различной яркости могут вызвать зрительное утомление оператора, поэтому его целесообразно применять только тогда, когда другие способы кодирования уже использованы.

**КОДИРОВАНИЕ ЦВЕТОМ.** При кодировании цветом оптимальными являются зеленый, красный, голубой, желтый и фиолетовый цвета. Общее число используемых оттенков может быть увеличено путем сочетания цветового кодирования с кодированием яркостью. В случае использования нескольких способов кодирования, цветом следует выделять только наиболее важную информацию.

При этом недопустимы сочетания близких цветов, например: красные символы на розовом фоне, голубые на зеленом, желтые на белом, чер-

ные на синем, и наоборот. В качестве фона можно использовать различные текстуры, в том числе и с изменяющимся рисунком. Распространенными цветовыми сочетаниями в порядке постепенного ухудшения их восприятия человеком являются: синий на белом, черный на желтом, зеленый на белом, черный на белом, зеленый на красном, красный на желтом, красный на белом, оранжевый на черном, черный на пурпурном, оранжевый на белом, красный на зеленом и т. д. [6].

**КОДИРОВАНИЕ ЧАСТОТОЙ МЕЛЬКАНИЙ.** При кодировании частотой мельканий их диапазон должен находиться в пределах 0,5–6,0 Гц: для предупредительной информации используется частота 0,5–1,0 Гц, а для аварийных сигналов – 5,0–6,0 Гц. Глубина модуляции для высокочастотных сигналов (5,0–6,0 Гц) должна составлять 100 %, для низкочастотных (0,5–1,0 Гц) – 60–70 %. Подача таких сигналов называется мерцанием. В поле зрения оператора может быть одновременно не более трех мерцающих знаков, частота их мельканий должна различаться не менее чем в два раза (например, первый – 3–5 Гц, второй – не более 1 Гц). Следует избегать искажения восприятия контура знака, для чего можно сделать мерцающей лишь его часть либо применять неполную модуляцию.

**КОДИРОВАНИЕ СИМВОЛОМ.** Данный способ представляет собой выделение каким-либо специальным знаком объекта или состояния. Наиболее характерный пример – «√» («галочка»), проставляемая рядом с той или иной текстовой информацией. При этом в качестве знака можно использовать не более семи символов, имеющих простую форму, хорошо знакомых и легко запоминаемых. Этот способ обычно применяется в качестве дополнительного в многомерном кодировании. Выделяемый им информационный объект целесообразно предварительно обозначить, например, рамочкой, абзацем, фоном и т. д. [6].

**МНОГОСЛОЙНОЕ КОДИРОВАНИЕ.** Помимо многомерного, кодирование может быть и многослойным, когда к какому-либо избранному виду добавляется элемент его градиентного изменения. Таким образом изменяют, например, форму, размер, цвет, движение всего объекта или его части.

Многослойным кодированием не следует злоупотреблять: допустимо не более одного выделяемого объекта в информационном поле. Данный метод, безусловно, максимально используется при кодировании элементов в объемных изображениях на некоторых сайтах. В настоящее время многие разработчики применяют текстовые наплывы или, например, анимационные врезки (многослойное кодирование формой, цветом и пр.).

Дополнительно к перечисленным при формировании 3D-изображений (с помощью пакетов, например, LightWave, 3DSMax, Maya) может быть использовано кодирование методом представления:

- плоскими гранями;
- криволинейными поверхностями и кривыми;

- линейными развертками;
- фигурами вращения [6].

### **Текстовая информация**

Текстовая информация может предъявляться как в традиционном неизменном виде, так и в структурированном, например, пространственно-временным способом. Соответственно, при этом имеются и некоторые тонкости ее эргономического обеспечения. Язык гипертекстовой разметки HTML обладает несложным набором тегов и вполне успешно справляется с задачей отображения текстовой информации.

Для оптимального восприятия текст должен удовлетворять следующим эргономическим требованиям:

- быть кратким, без излишней детализации и не содержать избыточной информации;
- информация должна излагаться доступно, в форме, обеспечивающей ее правильное понимание и непосредственное использование без расшифровки, преобразования, пересчета, перекодирования и т. п.;
- примечания и пояснения целесообразно выделять скобками, подчеркиванием, компоновкой, способом написания, шрифтом;
- предупреждения и запрещения следует выделять цветом, подчеркиванием, шрифтом, частотой мельканий;
- отчетно-информационные материалы должны иметь постоянную структуру, например в виде бланка;
- повторяющиеся данные следует одинаково именовать и нумеровать;
- нумерация пунктов должна быть последовательной и независимой от страницы, каждый пункт должен начинаться с новой строки [6].

### **Логограммы**

При проектировании информационного взаимодействия в системах «человек – компьютер» нередко возникает необходимость сокращения той или иной текстовой информации, используя логограммы (т. е. аббревиатуры, условные словесные обозначения). Они должны согласовываться с существующими в языке способами образования и сокращения слов.

Для верной расшифровки логограмм необходимо соблюдать принцип однозначности: по правилам русского языка усеченное слово не должно восприниматься двусмысленно, например, «аппаратура» лучше сокращать до «аппарат», чем до «аппар», а слово «громкость» не следует превращать в «гром». Логограмме полагается быть краткой, благозвучной, не вызывающей ассоциаций со словами, имеющими отрицательную эмоциональную нагрузку.



## **Таблицы**

Табличное представление информации, как правило, предназначено не для последовательного чтения, а в основном для облегчения выборочного поиска нужных сведений. Желательна горизонтальная организация таблиц. Категорически недопустимо в рамках одного сайта смешанное, пусть даже и на разных страницах, вертикальное и горизонтальное расположение считываемой информации. По ширине таблицы не должны растягиваться более чем на одну страницу. Буквенно-цифровые данные в них следует выравнивать слева, а числовые – справа и до десятичной запятой (что могло бы быть предусмотрено в редакторах по умолчанию либо в макстерах).

К текстовой информации в таблицах предъявляются свои специфические требования:

- использование простых, односложных, неопределенно-личных или безличных предложений, не имеющих эмоциональной окраски;
- порядок слов в предложении – прямой;
- отсутствие сложных предложений с длинным рядом последовательных подчинений;
- рекомендуемая длина сообщений – 7–11 значащих слов;
- минимальное количество логических связок И/ИЛИ и их сочетаний;
- отсутствие многоступенчатых подчиненных предложений с неоднократно повторяемыми частицами НЕ (чем часто грешат дословно переведенные тексты);
- отсутствие аббревиации в ключевых словах, сокращение которых может привести к искажению смысла [6].

## **Графики и диаграммы**

Следует иметь в виду, что график для восприятия и понимания примерно вдвое эффективнее таблицы и значительно эффективнее формулы, поэтому его лучше располагать на первых страницах. Графики чаще всего используются при больших массивах данных, когда требуется качественная многофакторная оценка ситуации. Если необходимо подчеркнуть разницу между величинами, то горизонтальная диаграмма предпочтительнее вертикальной; если различия не так существенны, целесообразнее, наоборот, вертикальная.

Столбиковые диаграммы позволяют отображать соотношение частей, составляющих одно целое. Общим правилом при построении таких форм является наличие рамки, заголовка, обозначений по осям координат, указание единиц измерения отображаемого параметра. Расстояние между столбиками рекомендуется делать равным их собственной ширине, которую, в свою очередь, целесообразно рассчитывать в пределах 1/12–1/15 величины оси. Критические значения и параметры могут быть дополни-

тельно кодированы (цветом, контрастом, мерцанием, яркостью или специальными символами внутри диаграммы). Размеры графика или диаграммы не должны превышать  $\frac{3}{4}$  площади экрана, а при наличии поясняющих надписей, легенд и т. п. –  $\frac{1}{2}$  его пространства. На неразграфленном поле допустимо расположение смысловых элементов (например, столбиков) не более чем 6–8 по горизонтали и 4–6 по вертикали; при наличии координатной сетки количество оцифрованных делений не должно превышать 12–15 по горизонтали и 6–8 по вертикали.

Секторные диаграммы используются при невозможности построения круговых для наглядного представления соотношения частей целого, например вкладов из разных источников. Диаграммы типа блочной структуры или дерева показывают связи и зависимости между данными. Такие модели, отображая структуру (дерево) диалога, служат подсказкой пользователю [6].

Библиотека БГУИР

## 7 Эргономическое проектирование СЧМС

Предметом эргономического проектирования системы «человек – машина – среда» 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 машины. 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 профессиографическое описание деятельности на структурно-операционном уровне и пространственно-компоновочное решение рабочего места человека-оператора. В то же время компоновка изделия, разработанная инженером-конструктором, может служить основой для эргономического моделирования, в процессе которого появляется возможность повлиять на объемно-пространственные характеристики изделия, на выбор тех или иных органов управления, средств отображения информации и т. д. [2].

Все это способствует разработке эргономических предложений, которые служат основой для дизайнерского решения (построения образа, композиции изделия, формирования его потребительских свойств), материализующего эргономические идеи.

Общая характеристика эргономического проектирования позволяет определить его специфическую функцию как органической части целостного процесса проектирования СЧМС.

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

*Во-вторых*, эргономическое проектирование реализуется как практическим приложением научных достижений эргономики, 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). Это способствует рождению новых проектных идей и принятию нестандартных эргономических решений, в которых учи-

тываются сложные, в большинстве своем не формализуемые характеристики человека. Важно также доведение этих идей и решений до количественной оценки конкретных вариантов технических средств, параметров функционирования и т. п.

Эргономическое проектирование не ограничивается только проектированием удобных для человека технических средств, процессов и условий деятельности, оно связано также с разработкой средств и способов формирования и поддержания квалификации (т. е. профессионального отбора и обучения персонала), а также способов и средств повышения работоспособности операторов, снижения отрицательного влияния негативных функциональных состояний человека в процессе деятельности (т. е. оказания ему 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, дизайнерского. Методическую основу решения указанных задач составляют собственно эргономические процедуры. В ходе эргономического проектирования по существу разрабатываются ограничения для других видов технического проектирования. Эти ограничения связаны с обеспечением комфортных условий для работы оператора в проектируемой эргатической системе. Данные ограничения или полностью учитываются при проведении других видов проектирования или, когда это не возможно, вырабатывается компромиссный вариант, который вновь отправляется на рассмотрение и согласование со специалистами, осуществляющими эргономическое проектирование. Данная процедура в ходе процесса проектирования повторяется много раз на разных его стадиях, что приводит в конечном итоге к удовлетворительному решению задач, стоящих перед эргономическим проектированием [2].

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, сложность труда человека-оператора); *информации* (потoki, языки взаимодействия, вид кодирования, объем, форма, модальность информации и т. п.); *технических средств деятельно-*

сти (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) [2].

При проектировании СЧМС 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 СЧМС предполагает учет особенностей взаимосвязи и взаимного влияния отдельных элементов (компонентов) системы в целях достижения наивысшей эффективности и надежности СЧМС.

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

- анализ характеристик объекта управления и определение целей и задач системы;
- распределение функций между человеком и машиной;
- распределение функций между операторами;
- проектирование деятельности оператора (операторов);
- разработка эргономических требований к проектируемой системе и ее элементам;
- проектирование технических средств деятельности оператора (операторов);
- оценка эргономичности системы «человек – машина – среда».

При проектировании взаимодействия человека с техническими средствами необходимо:

- 1) определить роль и место человека в системе;
- 2) выявить степень автоматизации и механизации, т. е. распределение функций между человеком и техникой;
- 3) решить вопросы иерархии, структурного и функционального построения системы и отдельных рабочих мест, т. е. информационного обеспечения деятельности;
- 4) 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. Непосредственное распределение функций, основанное на указанных принципах, начинается с отбора отдельных функций для машины (исходя из опыта реализации аналогичных функций). Все остальные задачи ранжируются по ря-

ду существенных характеристик (количество вариантов решения задачи, достоверность информации, вероятность появления данной задачи, сложность решения задачи и т. п. [2].

Таблица 7.1 – Этапы эргономического проектирования

Название этапа	Содержание этапа
Анализ характеристик объекта управления и определение целей и задач системы	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 (операторов)	Разработка алгоритмов деятельности
	Определение требований к характеристикам человека
	Определение требований к обученности
	Определение допустимых норм деятельности
Разработка эргономических требований к проектируемой системе и ее элементам	Разработка общих и частных эргономических требований к системе и ее элементам
Проектирование технических средств деятельности оператора (операторов)	Разработка сценария информационного взаимодействия человека и машины
	Разработка прототипа пользовательского интерфейса системы (синтез информационных моделей и органов управления)
	Общая компоновка рабочего места
Оценка эргономичности системы «человек – техника – среда»	Определение значений единичных эргономических показателей
	Оценка эргономичности систем и ее элементов

Выделение «человеческих» и «машинных» функций для решения задачи их последующего распределения осуществляется на основе специально разработанных принципов:

- *преимущественных возможностей* – определяется сравнением возможностей человека и машины по ряду показателей, из которых следует выбрать приоритетные для конкретной операторской задачи;
- *максимализации показателей всей СЧМС* – предусматривает такое распределение функций, при котором достигаются высокие показатели ра-

боты не человека или машины в отдельности, а общего результата их совместного действия в системе;

- *взаимного дополнения и резервирования человека и машины*, который предполагает использование для решения отдельных задач совместных возможностей человека и машины, а в случае необходимости и перераспределение между ними отдельных функций по ходу работы;

- *ответственности*, предусматривающего возложение на человека выполнения наиболее ответственных задач в системе в силу широты и гибкости его возможностей, а также способности находить оптимальные решения в условиях дефицита информации и в неопределенных ситуациях;

- *активности и удовлетворенности оператора*, предусматривающего целесообразность возложения на человека функций, позволяющих ему сохранять в процессе работы системы состояние оперативной готовности и переключить на себя весь необходимый объем задач управления (при отказе техники), а также удовлетворять свои личностные потребности высоких уровней, например, реализовать самоутверждение в труде, удовлетворить потребность самовыражения, проявления творческих способностей 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 [2].

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 неоптимальной с точки зрения другого. Поэтому более целесообразной 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 информацион-

ной перегрузки отдельных операторов. В итоге на этом этапе должны быть решены следующие задачи:

- а) определены типы и количество рабочих мест;
- б) сформулированы решаемые на рабочих местах 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 СЧМ, 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.

Проектирование деятельности оператора является специфической и одной из наиболее важных задач эргономического проектирования, принципиально отличающей его от других видов системного проектирования. 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 техники и технологических процессов. В то же время необходимо отметить, что проектировщики, создавая новую технику, осознанно или неосознанно, но определяют условия деятельности людей, которые будут этой техникой управлять и обслуживать ее. Таким образом, проектируя машину, они фактически всегда создают проект будущей деятельности человека-оператора, который будет ею управлять. Если техника окажется эргономически неудобной (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 применения 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 [2].

В общем случае решение задачи проектирования деятельности предполагает получение ответа на следующие вопросы:

- где будет находиться человек;
- что и в какой последовательности человек будет делать;
- как и какими средствами человек будет выполнять свои функции;
- какими психологическими и психофизиологическими качествами человек должен обладать для успешного выполнения своих функций?



Важное место в решении этих вопросов прежде всего занимает обоснование требуемой степени автоматизации, необходимость распределения функций между человеком и автоматическими устройствами. При этом автоматам передаются шаблонные, однообразные, примитивные операции, выполнение которых вызывает у оператора монотонность, 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. [2].

На основании этого далее осуществляется разработка технических средств деятельности оператора (средств отображения информации, органов управления), производится общая компоновка рабочего места. В ходе данного этапа осуществляется учет ранее сформулированных общих эргономических требований, уточняются и детализируются частные эргономические требования.

Последний этап проектирования – эргономическая оценка проекта и сравнение полученных результатов с требуемыми параметрами, отраженными в техническом задании (ТЗ) на систему. Оценке подлежат основные характеристики СЧМ (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 СЧМ [2].

## **8 Рекомендации по практической реализации отдельных этапов эргономического проектирования**

Этап 1. Спецификация функций, выполняемых системой, содержит только их названия, но ничего не говорит об их содержании. Однако практически каждая функция может быть реализована несколькими различными способами. Например, функция ограничения допуска может осуществляться введением пароля, сканированием роговицы глаза, анализом спектрального состава голоса и др. Поэтому следующим этапом эргономического проектирования является определение содержания каждой функции системы, включенной в спецификацию.

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

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

Этап 2. Распределение функций между исполнителями осуществляется разработчиком на основе его концептуального представления о том, что собой будет представлять будущая система «человек – компьютер – среда». При этом конкретная функция закрепляется за тем или иным исполнителем с учетом назначения проектируемой системы и (или) преимущественных возможностей ее выполнения тем или иным компонентом системы. В качестве таких компонентов выбираются или пользователи (их может быть различное количество, если пользователь только один, будет создана моносистема, когда пользователей несколько – полисистема) или техническое звено (компьютер).

При распределении функций затруднение может вызвать тот факт, что в выполнении многих функций будут участвовать как люди, так и техника (компьютер). Поэтому оформлять результаты распределения функций лучше в виде таблицы 8.1.

Таблица 8.1 – Распределение функций между человеком и компьютером в проектируемой СЧКС

Название функции	Функция человека	Функция компьютера
1 Предъявление справки о программе (ФИО разработчика и научного руководителя)	Пользователь нажимает соответствующую кнопку для просмотра справки	ПК выводит на экран монитора диалоговое окно со справкой
2 Ограничение доступа к некоторым функциям, которые должен выполнять только преподаватель	Пользователь (преподаватель) вводит данные для разграничения доступа (пароль)	ПК проверяет правильность пароля и дает разрешение на вход в подсистему «преподаватель – ПК»

На основании полученных результатов распределения функций в СЧКС можно сделать вывод о структуре создаваемой системы, например, такой: «Проектируемая система будет состоять из двух подсистем, а именно, подсистемы «студент – ПК – среда» и подсистемы «преподаватель – ПК – среда».

Этап 3. Специфической и одной из наиболее важных задач эргономического проектирования является разработка проекта деятельности оператора.

В результате ее решения определяются структура и алгоритмы деятельности оператора в различных режимах работы СЧМ.

Алгоритмическое описание деятельности оператора является одним из наиболее распространенных в инженерной психологии. При этом под алгоритмом понимается последовательность операций, точное выполнение которых позволяет решить задачу определенного класса. Соответственно, *алгоритмом деятельности оператора называется такая ее логическая организация, которая состоит из совокупности элементарных действий (отсчет показаний прибора, извлечение данных из памяти, включение тумблера и т. п.) и логических условий, определяющих выбор того или иного действия.*

Составляющими алгоритмического описания являются оперативные единицы деятельности человека. Такими единицами могут быть:

- 1) логические условия (образы, понятия, суждения), которые предлагают выбор определенного пути действий человека-оператора;
- 2) простые и сложные действия оператора (восприятие информации с приборов, выполнение расчетных действий, включение тумблеров и т. д.).

Алгоритмическое описание деятельности может выполняться различными способами: в словесной форме, в виде таблицы с текстом, в символической форме, в форме граф-схем, в виде структурной или логической схемы.

Примеры описания алгоритмов в виде таблицы и структурной схемы (блок-схемы) показаны на рисунках 8.1 и 8.2.

Содержание операции	Обращение к СОИ	Обращение к ОУ
1 Включение ПК	Индикатор на системном блоке	Кнопка включения на системном блоке
2 Включение дисплея	Индикатор включения на дисплее	Кнопка включения дисплея
3 Загрузка программы	Ярлык на экране дисплея	Щелчок мышью
4 Выбор режима «Преподаватель»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью
5 Ввод пароля	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляция мышью
6 Выбор режима работы «Просмотр результатов»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок мышью

Рисунок 8.1 – Описание алгоритма работы пользователя в виде таблицы

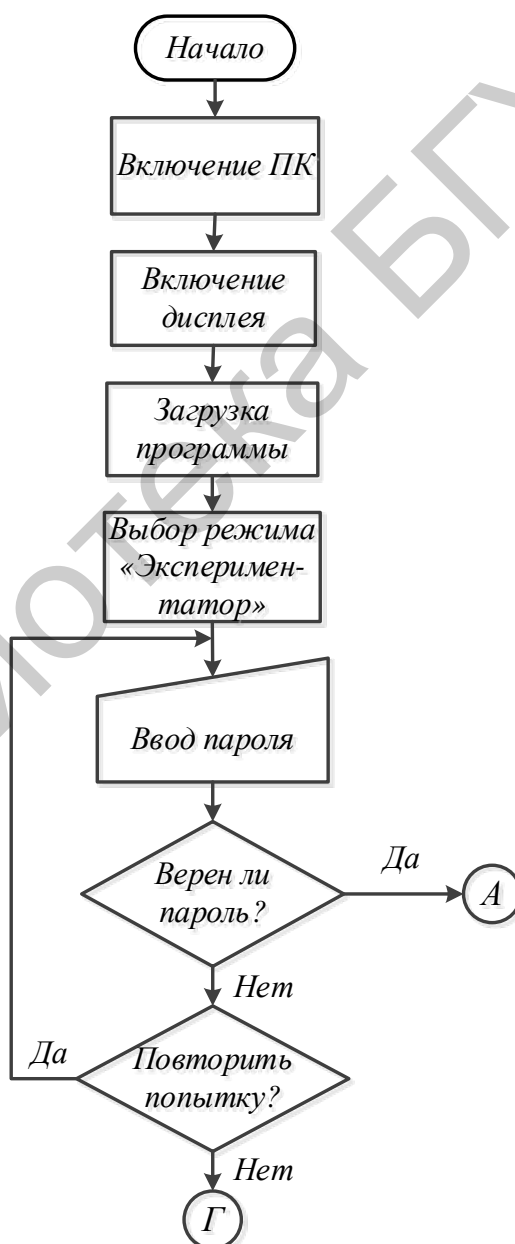


Рисунок 8.2 – Описание алгоритма работы пользователя в виде блок-схемы

Весьма перспективным способом описания и анализа деятельности человека-оператора в СЧМ является использование унифицированного языка моделирования UML (*Unified Modeling Language*), созданного для определения, визуализации, проектирования и документирования в основном программных систем. Его также используют для моделирования бизнес-процессов, системного проектирования и отображения организационных структур (рисунок 8.3).

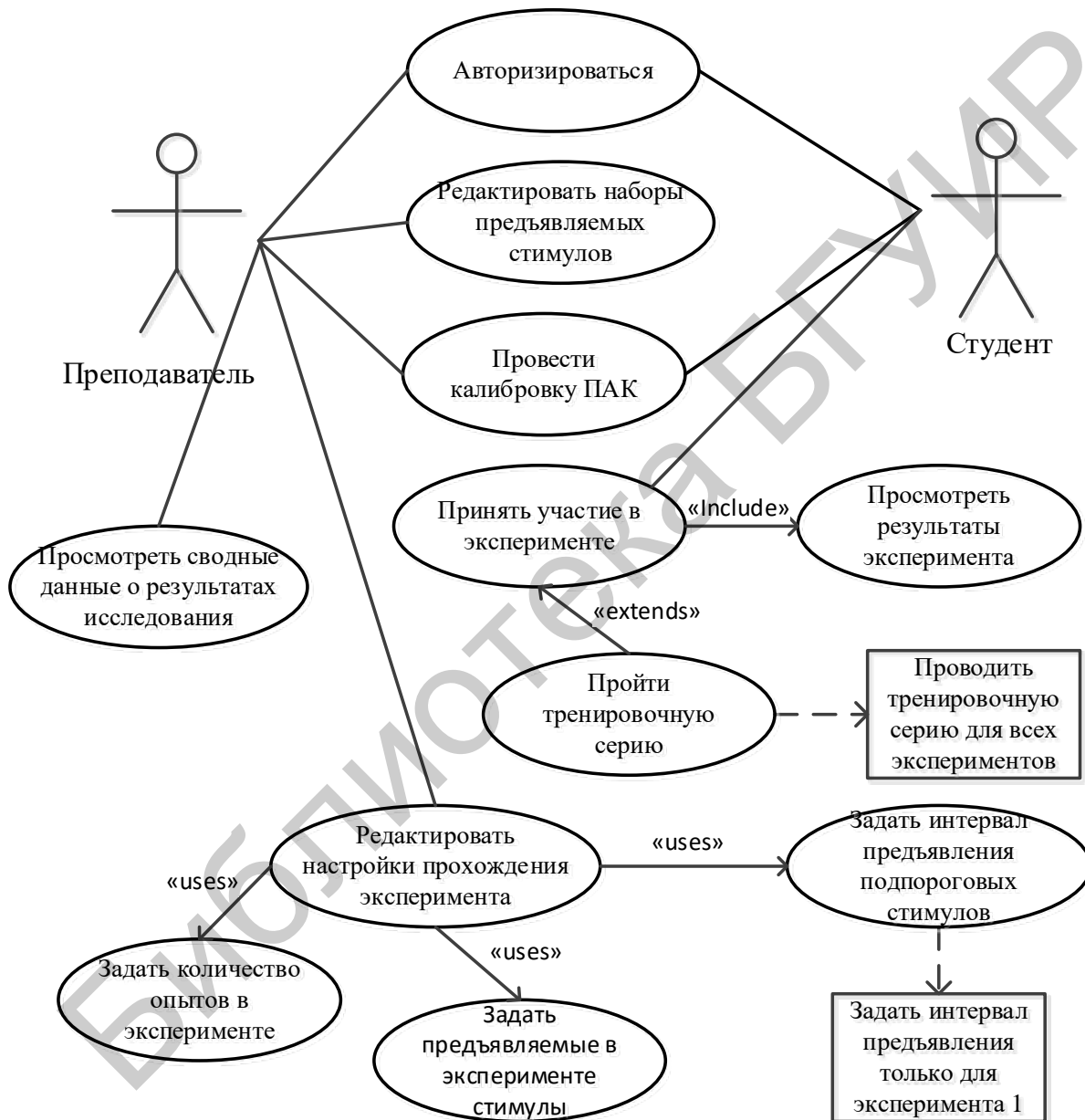


Рисунок 8.3 – Описание функций пользователей в виде диаграммы вариантов использования

Подробное описание прецедента «Авторизоваться в системе», представленное в диаграмме, приводится далее. Данный вариант использования дает общее представление о том, каким образом происходит авторизация в компьютерной системе. Описываются основные шаги и действия пользователей (как студента, так и преподавателя), которые необходимо проделать, чтобы получить доступ к основным функциональным возможностям системы.

Прецедент «Авторизоваться в системе»

**Описание:** *Студент хочет авторизоваться в системе.*

**Действующие лица:** *Студент.*

**Основной сценарий**

*Студент выбран в качестве испытуемого.*

**Предусловия:**

- 1 *Запустить программу.*
- 2 *Выбрать режим работы «Студент».*
- 3 *Ввести ФИО.*
- 4 *Ввести номер учебной группы.*
- 5 *Ввести возраст.*
- 6 *Выбрать пол.*
- 7 *Нажать кнопку «Войти».*

**Результат:** *Авторизация прошла успешно. Открывается основное окно программы, в котором авторизованному пользователю доступны функциональности согласно выбранному ранее режиму работы.*

**Альтернативный сценарий**

*Повторить для режима работы «Преподаватель». Вместо ввода персональных данных ввести пароль преподавателя в соответствующее поле.*

**Исключения:**

1 *Введены некорректные данные.*

**Результат:** *Сообщение об ошибке с просьбой проверить корректность введенных данных.*

2 *Обязательные поля оставлены пустыми.*

**Результат:** *Сообщение об ошибке с просьбой проверить правильность данных.*

3 *Введен неправильный пароль преподавателя.*

**Результат:** *Сообщение об ошибке с просьбой ввести пароль еще раз.*

## 9 Пример эргономического проектирования СЧКС

### 9.1 Назначение и функции проектируемой системы

Целью проекта является разработка компьютерной системы (КС) для исследования объема кратковременной памяти (КП).

Назначение КС:

1 Проведение измерения объема кратковременной памяти с использованием различных методик.

2 Использование в качестве лабораторной работы по дисциплине «Психология восприятия и переработки информации».

Исследование состоит из двух экспериментов: в первом – объем кратковременной памяти определяется по методу Джекобса, во втором – методом определения отсутствующего элемента.

В первом эксперименте испытуемому последовательно предъявляются на экране ПК наборы стимулов, состоящие из 4–10 элементов. Эксперимент включает пять опытов, различающихся видом предъявляемых стимулов. В первом опыте предъявляются наборы цифр, во втором – наборы букв русского алфавита, в третьем – наборы букв латинского алфавита, в четвертом – наборы бессмысленных слогов, в пятом – наборы не связанных между собой по смыслу слов. Время экспозиции составляет (2–3 с). Задача испытуемого в каждом опыте – ввести в ПК те стимулы, которые удалось запомнить после предъявления каждого набора. В протоколе эксперимента регистрируются предъявленные ряды и результаты их воспроизведения испытуемым. Каждый опыт повторяется столько раз, сколько задал в настройках преподаватель.

Во втором эксперименте испытуемому предъявляются в случайном порядке последовательности различной длины, состоящие из двузначных чисел. При этом испытуемого заранее знакомят с длиной и составом последовательности. Задача испытуемого состоит в том, чтобы определить, какой из элементов ряда отсутствует в предъявленной последовательности, и ввести его в ПК.

Испытуемому сообщают, что в качестве материала в опыте используются числовые ряды (от 13 до 25). Длина ряда варьируется от 5 (числа 13–17) до 13 (числа 13–25) символов. Перед предъявлением каждого ряда сообщают его длину.

По сигналу «Внимание» испытуемому предъявляют по одному числу из ряда на экране дисплея. После этого он вводит в ПК элемент, который был пропущен. В опыте предъявляются девять рядов чисел в порядке возрастания. Опыт повторяется в соответствии с настройками.

Учитывая разработанную процедуру эксперимента, а также преимущества и недостатки уже существующих программно-аппаратных

комплексов, определим задачи, которые должна решать разрабатываемая компьютерная система для исследования объема КП:

1 Предъявлять справку о программе (ФИО разработчика и научного руководителя).

2 Ограничивать допуск испытуемого к некоторым функциям, которые должен выполнять только преподаватель.

3 Позволять преподавателю создавать и сохранять в памяти компьютера базовые массивы, из которых формируются наборы предъявляемых стимулов.

4 Позволять преподавателю задавать настройки опытов (количество предъявлений в опыте, продолжительность экспозиции).

5 Позволять преподавателю редактировать вводные теоретические сведения.

6 Обеспечивать возможность просмотра преподавателем результатов выполненных студентами экспериментальных исследований.

7 Позволять преподавателю редактировать базу сохраняемых результатов работы студентов (удалять файлы, потерявшие актуальность).

8 Проводить регистрацию испытуемого.

9 Предъявлять на экране ПК вводные теоретические сведения.

10 Инструктировать испытуемого о предстоящем опыте и его задачах.

11 Проводить перед началом экспериментов тренировочные серии с возможностью выбора студентом момента их завершения.

12 Последовательно предъявлять на экране дисплея заданные наборы стимулов.

13 Позволять испытуемому вводить в компьютер запомненные стимулы.

14 Сохранять в памяти компьютера результаты работы испытуемого.

15 Предъявлять на экране ПК результаты выполненного эксперимента.

16 Включать в предъявляемую на экране ПК и сохраняемую информацию о результатах работы студента данные регистрации (ФИО, группа, дата и время работы).

17 Предъявлять на экране ПК по запросу студента информацию о необходимых методах математической обработки полученных данных, содержащую все требуемые математические формулы.

18 Обеспечивать возможность сохранения результатов эксперимента на переносном носителе информации.

19 Выполнять на ПК необходимую математическую обработку полученных в исследованиях результатов с возможностью их просмотра только преподавателем.

20 Предоставлять студенту возможность выполнять опыты в любой очередности.

21 Предоставлять студенту возможность прекращать работу на любом ее этапе.



Кроме того, разрабатываемая система должна быть проста в использовании и не требовать какой-либо специальной подготовки пользователя, обладать невысокими системными требованиями и иметь малый размер.

## **9.2 Анализ функций системы и их распределение между исполнителями**

Содержание функций комплекса, указанных в пунктах 1–21, можно описать следующим образом:

1 Предъявление справки о программе (ФИО разработчика и научного руководителя) осуществляется в специальном окне на мониторе компьютера.

2 Ограничение доступа к некоторым функциям, которые может использовать только преподаватель, проводится в начале работы программы путем выбора типа пользователя и ввода пароля для преподавателя.

3 Создание, сохранение и редактирование базовых массивов, из которых формируются наборы предъявляемых стимулов, осуществляется преподавателем при подготовке работы к выполнению.

4 Изменение настроек опытов (количество предъявлений в опыте, продолжительность экспозиции) осуществляется преподавателем при подготовке работы к выполнению.

5 Редактирование вводных теоретических сведений осуществляется преподавателем в системе «преподаватель – компьютер – среда».

6 Возможность просмотра преподавателем результатов выполненных студентами экспериментальных исследований осуществляется путем вызова на экран сохраненных в памяти компьютера данных.

7 Редактирование преподавателем базы сохраняемых результатов работы студентов осуществляется путем удаления данных из памяти компьютера.

8 Регистрация студента, выполняющего работу в качестве испытуемого, осуществляется путем заполнения специальной формы с использованием клавиатуры компьютера.

9 Предъявление на экране ПК вводных теоретических сведений осуществляется путем предъявления ему специальной инструкции на мониторе компьютера.

10 Инструктирование испытуемого о предстоящем опыте и его задачах осуществляется путем предъявления ему специальной инструкции на мониторе компьютера.

11 Проведение перед началом экспериментов тренировочных серий с возможностью выбора студентом момента их завершения, осуществляется с экспериментальным материалом при помощи таких органов управления, которые будут использоваться в основной части эксперимента.

12 Последовательное предъявление на экране дисплея заданного набора стимулов определяется исходя из последовательности элементов, установленной преподавателем в настройках соответствующего эксперимента.

13 Ввод в компьютер запомненных стимулов осуществляется испытуемым при помощи клавиатуры и мыши.

14 Сохранение в памяти компьютера результатов работы испытуемого производится путем созданием специального файла.

15 Предъявление на экране ПК результатов выполненного эксперимента осуществляется путем демонстрации специальной таблицы с данными эксперимента.

16 Включение в предъявляемую на экране ПК и сохраняемую информацию о результатах работы студента данных о регистрации (ФИО, группа, дата и время работы) осуществляется автоматически при сохранении результатов работы испытуемого.

17 Предъявление на экране ПК по запросу студента информации о необходимых методах математической обработки полученных данных, содержащей все требуемые математические формулы, осуществляется открытием специального окна с помощью кнопки.

18 Обеспечение возможности сохранения результатов эксперимента на переносном носителе информации осуществляется путем копирования документа с результатом работы студента на носитель информации.

19 Выполнение на ПК необходимой математической обработки полученных в исследованиях результатов с возможностью их просмотра только преподавателем осуществляется программой на основании полученных от студентов и сохраненных в соответствующем виде данных.

20 Предоставление студенту возможности выполнять опыты в любой очередности осуществляется путем нажатия соответствующей кнопки в окне выбора опыта, которая инициирует начало выполнения каждого из них.

21 Предоставление студенту возможности прекращать работу на любом ее этапе осуществляется нажатием специальной кнопки, расположенной в правом верхнем углу и имеющейся на всех окнах интерфейса программы.

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

- действия для выполнения определенной функции распределяются между человеком и компьютером, по тому или иному компоненту системы на основе сравнительного анализа человека и техники на предмет возможности и эффективности ее выполнения ими;

- человек сознательно выполняет задачи, созданные для исследования характеристик деятельности человека.

Учитывая названные принципы, проведем анализ функций системы измерения объема КП с целью распределения их действий между человеком и компьютером. Результаты работы представим в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Распределение функций между человеком и компьютером в проектируемой СЧКС

Название функции	Функция человека	Функция компьютера
1	2	3
1 Предъявление справки о программе (ФИО разработчика и научного руководителя)	Человек нажимает соответствующую кнопку для просмотра справки	ПК выводит на экран монитора диалоговое окно со справкой
2 Ограничение доступа к некоторым функциям, которые должен выполнять только преподаватель	Преподаватель вводит данные для разграничения доступа (пароль)	ПК проверяет правильность пароля и дает разрешение на вход в подсистему «Преподаватель – ПК»
3 Создание, сохранение и редактирование преподавателем в памяти компьютера базовых массивов, из которых формируются наборы предъявляемых стимулов	Преподаватель создает, сохраняет и редактирует наборы различных стимулов для опытов	ПК сохраняет выбранную информацию и использует ее для проведения опытов
4 Изменение настроек опытов преподавателем (количество предъявлений в опыте, продолжительность экспозиции)	Преподаватель задает настройки для определенного опыта	ПК сохраняет настройки, заданные пользователем и использует их для проведения опытов
5 Редактирование преподавателем вводных теоретических сведений	Преподаватель редактирует теоретическую часть	ПК сохраняет измененную информацию
6 Просмотр преподавателем результатов выполненных студентами экспериментальных исследований	Преподаватель нажимает соответствующую кнопку для просмотра результатов	ПК выводит на экран монитора необходимую информацию
7 Редактирование преподавателем базы сохраняемых результатов работы студентов	Преподаватель удаляет файлы, потерявшие актуальность	ПК сохраняет измененную информацию
8 Регистрация студента, выполняющего работу в качестве испытуемого	Студент вводит данные для регистрации в опыте	ПК осуществляет регистрацию испытуемого и разрешает вход в систему «Студент – ПК»
9 Предъявление на экране ПК вводных теоретических сведений	Студент нажимает соответствующую кнопку для просмотра теории	ПК выводит на экран монитора теоретические сведения
10 Инструктирование испытуемого о предстоящем опыте и его задачах	Студент нажимает соответствующую кнопку	ПК выводит на экран монитора информацию об опыте

1	2	3
11 Проведение перед началом экспериментов тренировочных серий с возможностью выбора студентом момента их завершения	Студент нажимает соответствующую кнопку и выполняет тренировочную серию	ПК осуществляет тренировочную серию
12 Последовательное предъявление на экране дисплея заданного набора стимулов	–	ПК предъявляет в соответствии с программой определенный набор стимулов
13 Ввод в компьютер запомненных стимулов	Студент заносит запомненную информацию в ПК	ПК делает возможным ввод запомненных стимулов
14 Сохранение в памяти компьютера результатов работы испытуемого	–	ПК сохраняет результаты работы
15 Предъявление на экране ПК результатов выполненного эксперимента	Студент нажимает соответствующую кнопку для просмотра результатов	ПК предъявляет информацию на экране монитора
16 Включение в предъявляемую на экране ПК и сохраняемую информацию о результатах работы студента данных регистрации	–	ПК включает и сохраняет введенную студентом информацию в результаты работы
17 Предъявление на экране ПК по запросу студента информации о необходимых методах математической обработки полученных данных	Студент нажимает соответствующую кнопку	ПК предъявляет на экране монитора информацию о методах обработки данных
18 Обеспечение возможности сохранения результатов эксперимента на переносном носителе информации	Студент копирует результаты опыта на переносной носитель информации	ПК сохраняет данные на переносном носителе
19 Выполнение на ПК необходимой математической обработки полученных в исследованиях результатов с возможностью их просмотра только преподавателем	Преподаватель просматривает обработанные данные	ПК выполняет математическую обработку результатов
20 Предоставление студенту возможности выполнять опыты в любой очередности	Студент выбирает конкретный опыт из предложенного набора	ПК предъявляет на дисплее список опытов, которые можно выполнять
21 Предоставление студенту возможности прекращать работу на любом ее этапе	Студент нажимает специальную кнопку завершения работы программы	ПК останавливает работу приложения

В результате проведенного анализа и распределения выполнения функций между человеком-оператором и ПК проектируемой СЧКС можно сделать следующие выводы:

- проектируемая система должна состоять из двух подсистем: «преподаватель – ПК – среда» и «студент – ПК – среда»;
- названные подсистемы взаимосвязаны по критерию целевой функции СЧКС и в то же время они являются относительно независимыми, т. е. каждая из них может функционировать самостоятельно.

### 9.3 Проектирование деятельности пользователей системы

Деятельность оператора в системе зависит от выполняемой им в ходе эксперимента роли, определяемой посредством выбора типа пользователя (студент, преподаватель) и вводом пароля для преподавателя. Преподаватель перед проведением исследования формирует задание для опытов, а после выполнения работы изучает результаты испытуемого. Студент вводит свои данные в форму регистрации, выбирает опыт и его настройки, читает инструкцию и проходит тренировочные серии до тех пор, пока ему не станет ясен смысл исследования, выполняет задание опыта, узнает итоги своей работы.

Для данной системы необходимо разработать алгоритмы работы человека в подсистемах «преподаватель – ПК – среда» и «студент – ПК – среда». Некоторые из операций алгоритмов могут выполняться в другой последовательности или опускаться.

Алгоритмы работы человека в подсистеме «преподаватель – ПК – среда» представлены в таблицах 9.2 и 9.3.

Таблица 9.2 – Алгоритм работы человека в подсистеме «преподаватель – ПК – среда» в режиме создания наборов предъявляемых стимулов

Содержание операции	Обращение к средствам отображения информации	Обращение к органам управления
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 кнопкой мыши
4 Выбор режима «Преподаватель»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
5 Ввод пароля	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК
6 Выбор режима работы «Создание базы стимулов»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши

1	2	3
7 Выбор «Создать новый массив стимулов»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
8 Название нового массива стимулов	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
9 Выбор первого эксперимента для создания набора стимулов	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
<i>Примечание</i> – Можно выбрать любой из двух экспериментов.		
10 Выбор первого опыта в первом эксперименте	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
<i>Примечание</i> – Первый эксперимент содержит пять опытов. Для создания новой базы стимулов необходимо повторить шаги 8–13 пять раз, меняя номер опыта в первом эксперименте.		
11 Ввод стимулов для данного опыта	Меню на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью

Алгоритм работы человека в разрабатываемой нами подсистеме «преподаватель – ПК – среда» в режиме создание наборов предъявляемых стимулов не всегда необходим, можно выбрать набор стимулов для эксперимента из уже существующих.

Последовательность действий, представленная в таблице 9.2, для второго эксперимента будет выполняться один раз, т. к. там только один опыт.

Алгоритм работы человека в подсистеме «студент – ПК – среда» в режиме участия в эксперименте представлен в таблице 9.3. Данный вариант использования дает общее представление о том, каким образом осуществляется участие студентов в эксперименте.

Таблица 9.3 – Алгоритм работы человека в подсистеме «студент – ПК – среда» в режиме участия в эксперименте

Содержание операции	Обращение к средствам отображения информации	Обращение к органам управления
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 кнопкой мыши
4 Выбор режима «Студент»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
5 Ввод ФИО и номера учебной группы	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
6 Выбор «Эксперимент 1»	Меню на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
7 Выбор номера опыта (1–5)	Меню на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
8 Ознакомление с инструкцией к опыту	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции с мышью
9 Выбор режима «Тренировочная серия»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши

1	2	3
10 Выполнение тренировочной серии	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
11 Завершение тренировочной серии	Кнопка «Закончить тренировку» на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
12 Выполнение опыта	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
13 Вызов на экран результатов опыта	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
14 Просмотр результатов работы	Таблица на экране дисплея	Манипуляции с мышью
15 Выбор «Завершить эксперимент»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
<i>Примечание</i> – Операции 7–8 и 12 –15 выполняются пять раз в соответствии с количеством опытов данного эксперимента, при этом тренировочная серия (операции 9–11) выполняется только один раз, т. к. процедура опытов 1–5 эксперимента 1 аналогична, меняется только вид стимула.		
16 Выбор «Эксперимент 2»	Меню на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
17 Ознакомление с инструкцией к опыту	Формуляр на экране дисплея	Манипуляции с мышью
18 Выбор режима «Тренировочная серия»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
19 Выполнение тренировочной серии	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
20 Выбор «Закончить тренировку»	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
21 Выполнение опыта	Знакоместо на экране дисплея	Клавиатура ПК, манипуляции мышью
22 Вызов на экран результатов опыта	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
23 Просмотр результатов работы	Таблица на экране дисплея	Манипуляции с мышью
24 Просмотр информации о методах математической обработки данных	Таблица на экране дисплея	Манипуляции с мышью
25 Выход из программы	Значок на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
26 Подключение к ПК переносного носителя информации	Появился новый диск	USB-порт
27 Поиск папки с результатами опытов	Папки на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
28 Копирование документа с результатами своих опытов	Документы на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
29 Извлечение переносного носителя информации	Кнопка на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши
30 Выключение ПК	Значок на экране дисплея	Щелчок кнопкой мыши

В таблице описываются основные шаги и действия студента, которые необходимо проделать, чтобы участвовать в эксперименте. Перед выполнением эксперимента студент должен авторизоваться в системе в качестве студента, ознакомиться с инструкцией, пройти тренировочную серию, а после прохождения может просмотреть информацию о необходимой математической обработке полученных данных и ознакомиться с полученными результатами. После выполнения эксперимента студент может сохранить на переносной носитель информацию в виде документа с результатами выполненных опытов.

#### 9.4 Разработка эргономических требований к системе

Эргономические требования к СЧКС – 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 СЧКС, требований эргономических стандартов. Результаты представлены в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Эргономические требования к проектируемой системе

Группа эргономических требований	Номенклатура эргономических требований
1	2
Психологические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соответствие цветов надписей и знаков стереотипам восприятия;</li> <li>- соответствие объемов информации, требующей запоминания, возможностям памяти человека;</li> <li>- отсутствие неоднозначного толкования требований, инструкций и команд;</li> <li>- соответствие компоновки органов управления (ОУ) и средств отображения информации (СОИ) стереотипам восприятия;</li> <li>- соответствие индикации срабатывания ОУ сформированным навыкам, наличие индикации хода выполнения функции;</li> <li>- соответствие количества одновременно предъявляемых сигналов возможностям внимания человека;</li> <li>- соответствие сложности инструкций времени, отводимому на их усвоение;</li> <li>- один и тот же характер команд на протяжении всего периода работы в системе в схожих ситуациях;</li> <li>- наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе обслуживания системы;</li> <li>- наличие подсказок о следующих шагах работы в системе;</li> <li>- наличие предупреждений о нежелательных последствиях некоторых действий;</li> <li>- наличие возможности проведения тренировочной серии</li> </ul>



1	2
Психофизиологические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соответствие размеров знаков на экране дисплея оперативному порогу зрения человека;</li> <li>- соответствие контраста знаков и фона оптимальным условиям восприятия;</li> <li>- соответствие вида контраста знаков и фона уровню освещенности рабочего места;</li> <li>- соответствие расположения надписей условиям их оптимального считывания;</li> <li>- отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих возможностям органов чувств человека</li> </ul>
Физиологические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соответствие компоновки ОУ принципам экономии рабочих движений;</li> <li>- соответствие усилий на ОУ силовым возможностям человека;</li> <li>- соответствие требований к скорости движений возможностям человека;</li> <li>- отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека;</li> <li>- отсутствие требований, связанных с освоением системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека</li> </ul>
Антропометрические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соответствие размеров зон управления и обслуживания антропометрическим характеристикам человека;</li> <li>- соответствие размеров рабочего стола антропометрическим характеристикам человека;</li> <li>- соответствие размеров рабочего кресла антропометрическим характеристикам человека -</li> <li>соответствие размеров зон обслуживания антропометрическим характеристикам человека</li> </ul>
Социально-психологические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Наличие средств ограничения допуска к некоторым функциям пользователям, не имеющим требуемого статуса</li> </ul>
Гигиенические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соответствие параметров рабочей среды гигиеническим нормативам</li> </ul>

## 9.5 Проектирование технических средств деятельности (прототипа пользовательского интерфейса системы)

Запуск программы осуществляется нажатием значка на рабочем столе, после чего пользователь видит главное окно компьютерной системы (рисунок 9.1). На информационном поле, кроме общей информации, находятся кнопка изменения размера экрана, кнопка закрытия программы и кнопка перехода на следующую страницу.

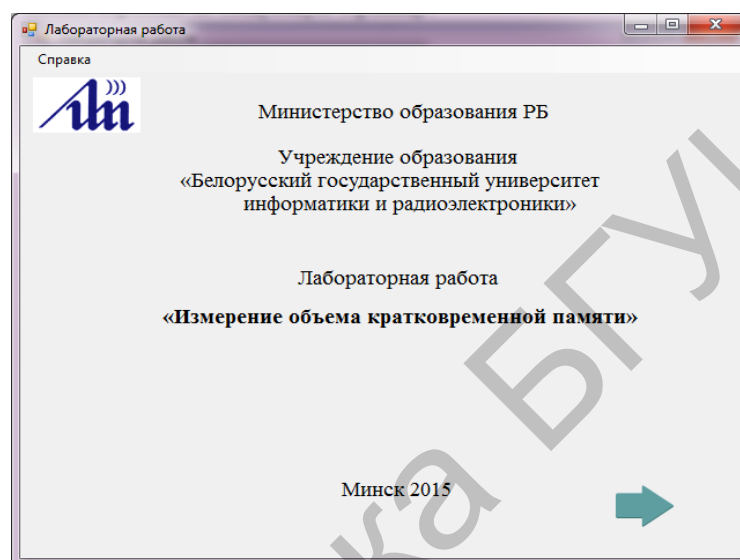


Рисунок 9.1 – Заставка программы

Следующим шагом является выбор типа пользователя: студент или преподаватель. Если пользователь выбрал режим «Преподаватель», ему необходимо ввести пароль (рисунок 9.2). Форма для ввода пароля появляется после того, как выбран режим «Преподаватель».

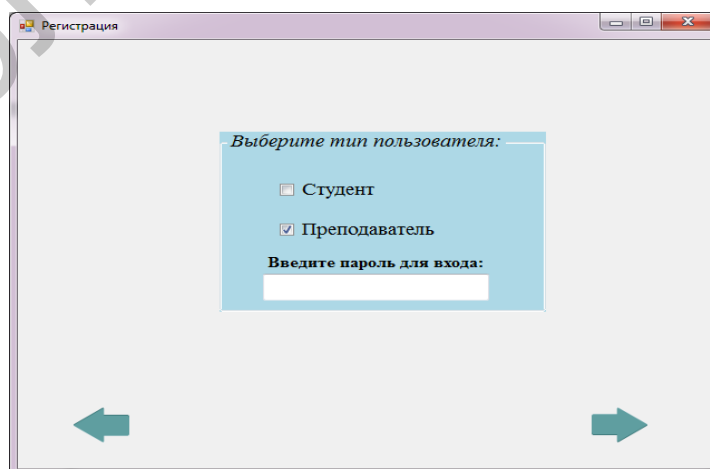


Рисунок 9.2 – Регистрация преподавателя

Далее преподаватель может выбрать режим работы: создание базы стимулов, просмотр результатов или настройки экспериментов (рисунок 9.3).

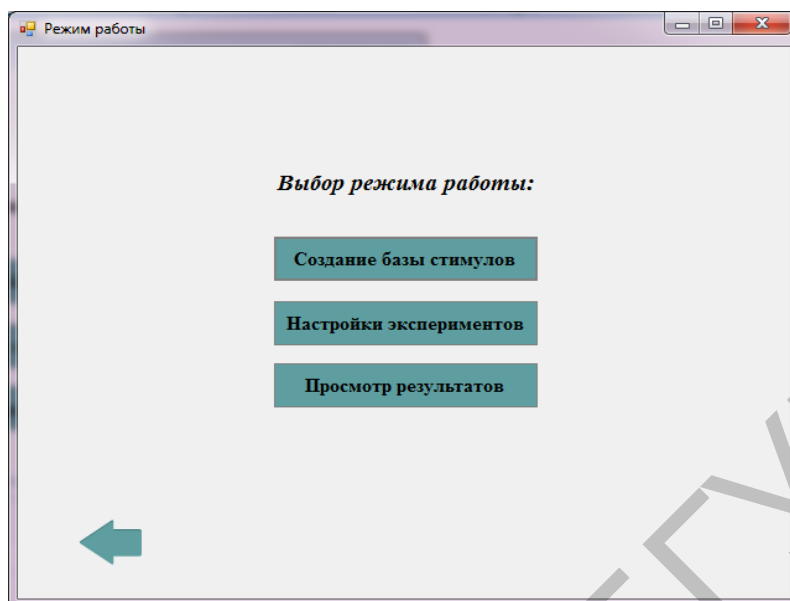


Рисунок 9.3 – Выбор режима работы преподавателя

Преподаватель имеет возможность создавать, сохранять и редактировать в памяти компьютера базовые массивы, из которых формируются наборы предъявляемых стимулов. Преподаватель также может редактировать базу сохраняемых результатов работ студентов (удалять файлы, потерявшие актуальность). В случае выбора режима «Создание базы стимулов» появится форма, представленная на рисунке 9.4. Преподаватель имеет возможность создать новую базу стимулов для опытов либо загрузить и редактировать уже имеющуюся.

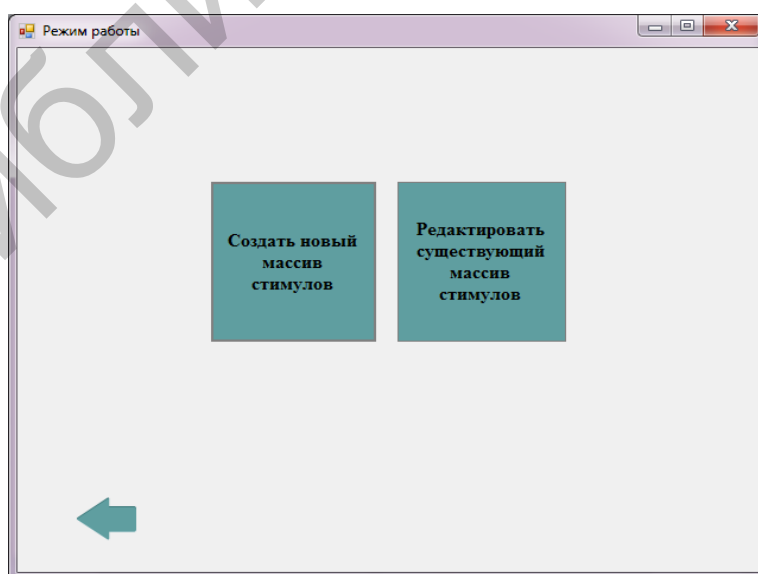


Рисунок 9.4 – Выбор режима работы с массивом стимулов

Если выбран режим «Создать новый массив стимулов», то появится форма, представленная на рисунке 9.5. В данной форме преподаватель вводит название новой базы стимулов и выбирает вид стимула, который собирается заносить в соответствующие поля. Сами стимулы заносятся в таблицу, где строка соответствует одному ряду стимулов из семи элементов, а столбец указывает, сколько знаков в стимуле (от 4 до 10). Пользователь заполняет соответствующие поля данными и нажимает кнопку «Добавить ряд в базу». Пока пользователь не заполнит все необходимые для ввода данных поля определенным количеством знаков, кнопка «Добавить ряд в базу» будет неактивна.

Кол-во элементов:	4	5	6	7	8	9	10

Рисунок 9.5 – Выбор режима «Создать новый массив стимулов»

При выборе режима «Редактировать существующий массив стимулов» появится форма, представленная на рисунке 9.6. Преподаватель загружает базу стимулов, которую необходимо редактировать. Поле «Вид стимула» информирует, какой вид стимулов содержится в загруженной базе, а поле «Номер ряда базы» указывает номер ряда, который будет редактироваться. Пользователь выбирает номер ряда стимулов из базы, который необходимо редактировать. Элементы базы стимулов загружаются в соответствующие поля, пользователь редактирует то, что считает нужным, и сохраняет базу.

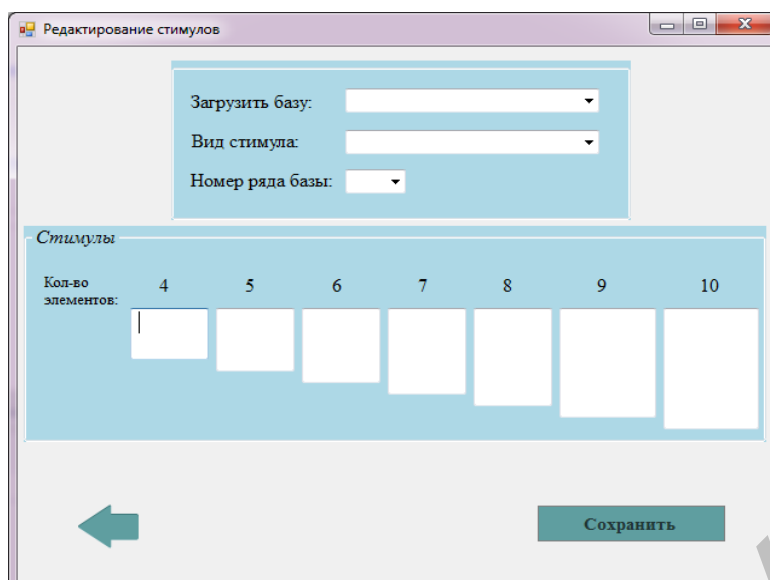


Рисунок 9.6 – Выбор режима «Редактировать существующий массив стимулов»

Если преподаватель выбирает режим «Настройки экспериментов», то появляется форма, представленная на рисунке 9.7.

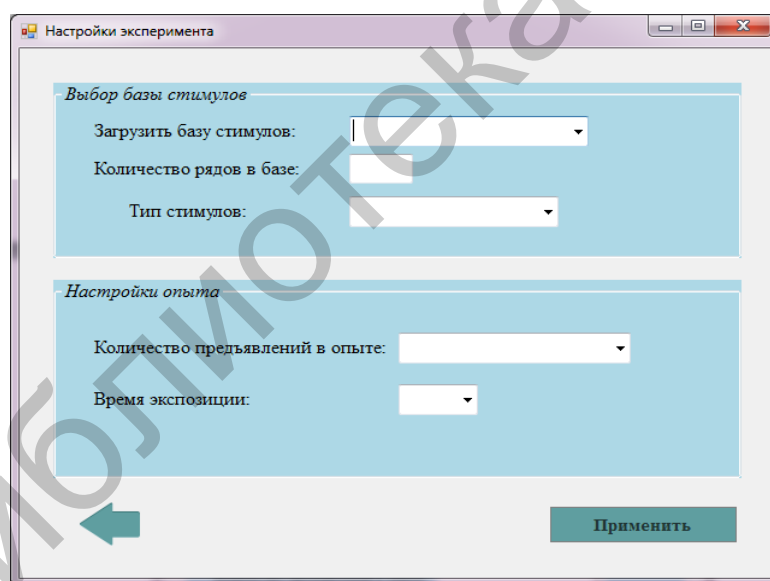


Рисунок 9.7 – Выбор режима «Настройки экспериментов»

Форма предоставляет возможность применить созданную или отредактированную базу стимулов. Пользователь загружает существующую базу стимулов, в соседнем поле автоматически отображается количество стимульных рядов в базе, чтобы пользователь не указал большее число рядов в опыте, чем есть в базе. Задаются настройки опыта (количество предъявлений в опыте, время экспозиции) и нажимается кнопка «Применить».

нить». Кнопка «Применить» будет неактивна до тех пор, пока не будут заполнены все необходимые поля.

Если преподаватель выбрал режим просмотра результатов, то появится форма, представленная на рисунке 9.8. Здесь преподаватель может осуществить удаление сразу нескольких результатов путем множественного выделения и нажатия кнопки удаления. Также каждый результат можно посмотреть полностью, как представлено на рисунке 9.9. После операции выделения необходимой строки с данными активируется кнопка «Удалить». При нажатии кнопки удаления результата будет произведено уточнение о действительности намерения.

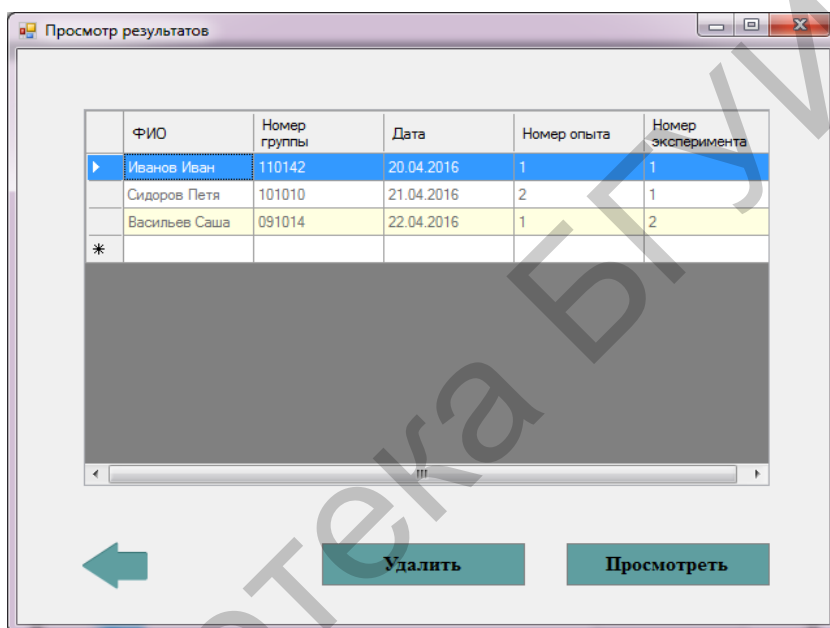


Рисунок 9.8 – Режим просмотра результатов

Просмотр результатов опыта (см. рисунок 9.9) состоит из двух окон. В первом окне отображается в виде таблицы информация опыта, а именно длина ряда, предъявляемый ряд и воспроизведенный испытуемым ряд. Во втором окне автоматически идет подсчет процентов правильных вариантов ответов: знак «+» говорит о том, что предъявляемый и воспроизведенный ряды совпадают, знак «-» – не совпадают. Строка соответствует стимульному ряду (семь стимулов), а столбец – количеству элементов (4–10 элементов).

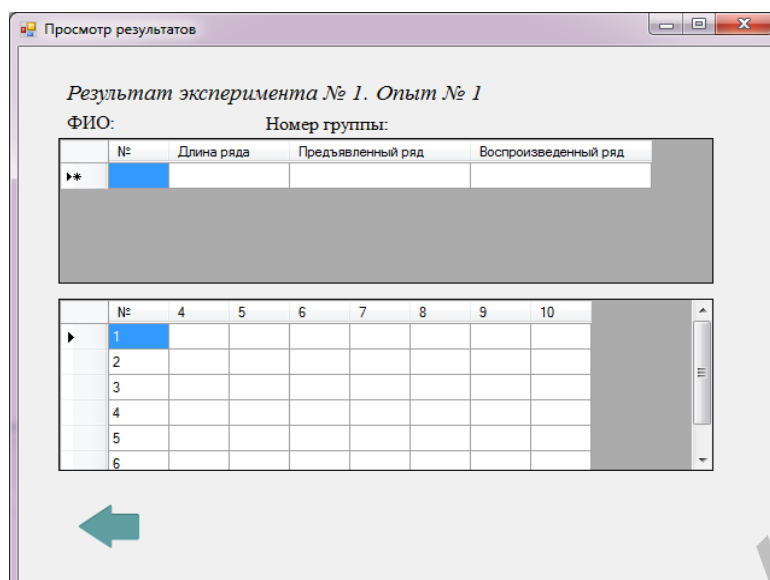


Рисунок 9.9 – Просмотр результата преподавателем

При выборе в регистрационной форме поля «Студент» (см. рисунок 9.2) осуществляется переход к следующему информационному полю: регистрация испытуемого (рисунок 9.10). Студент вводит ФИО и номер группы, а дата и время устанавливаются по умолчанию.

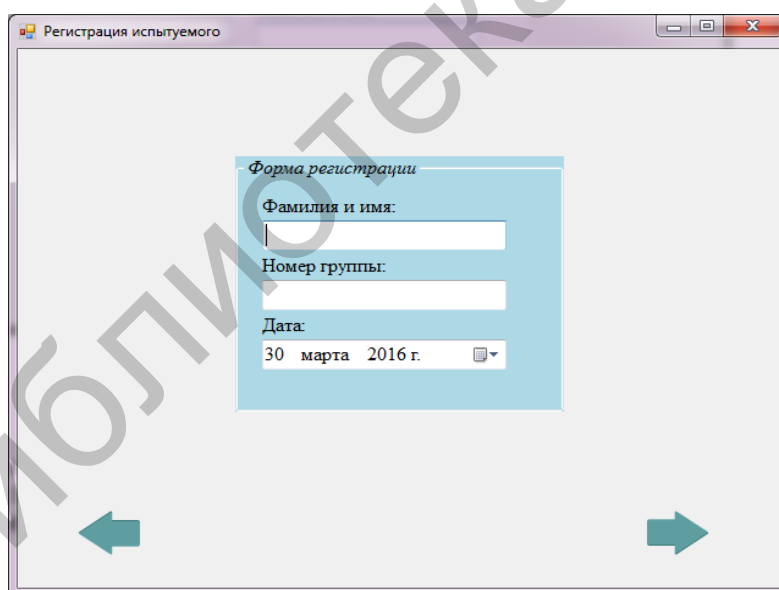


Рисунок 9.10 – Форма регистрации испытуемого

Далее осуществляется выбор требуемых эксперимента и опыта с последующим предъявлением инструкций к опыту. На рисунке 9.11 представлена общая инструкция к первому эксперименту. При выборе любого опыта данного эксперимента инструкция не меняется.

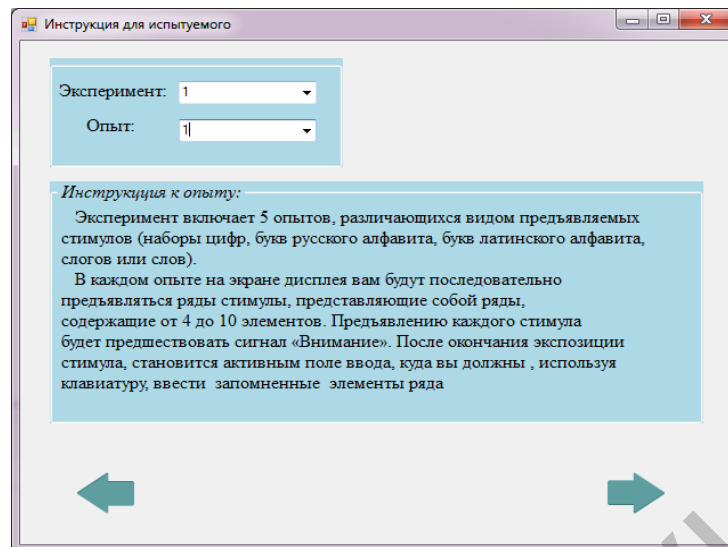


Рисунок 9.11 – Выбор эксперимента и опыта.  
Предъявление инструкций к опыту

Следующим этапом является выбор: проведение тренировочной серии или выполнение опыта (рисунок 9.12). При выборе тренировочной серии проводится предъявление стимульного материала, в точности демонстрирующего стимульный материал для опытов (рисунок 9.13).

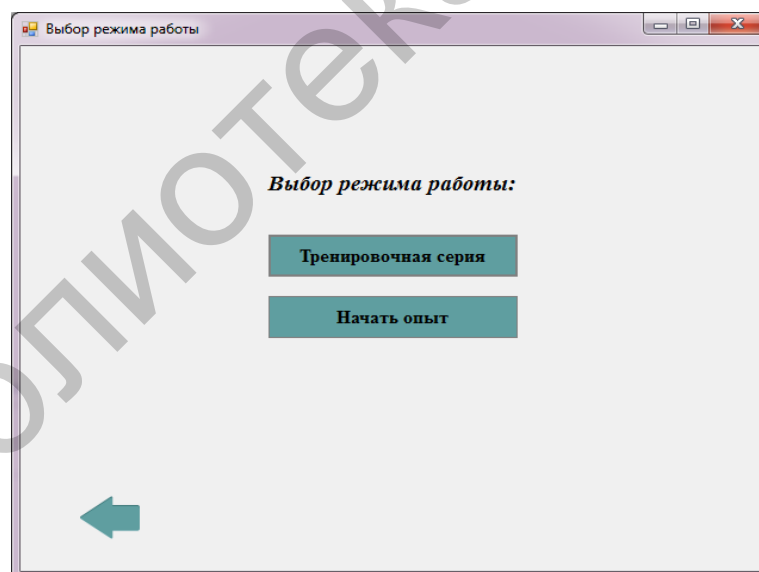


Рисунок 9.12 – Выбор режима работы



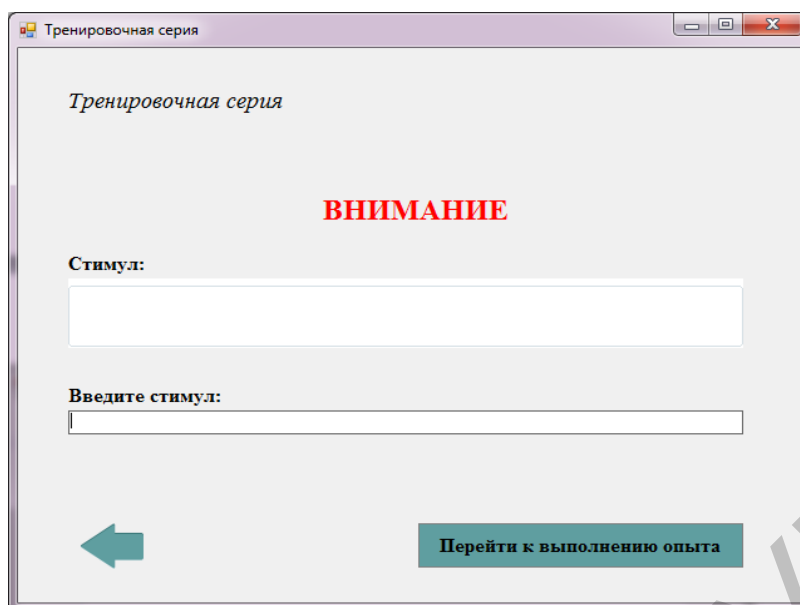


Рисунок 9.13 – Тренировочная серия

После окончания тренировочной серии опять предьявляется форма выбора режима работы (см. рисунок 9.12). Студент может повторять тренировочную серию, пока полностью не освоится с правилами работы со стимульным материалом. При выборе проведения опыта появляется следующая форма, представленная на рисунке 9.14.

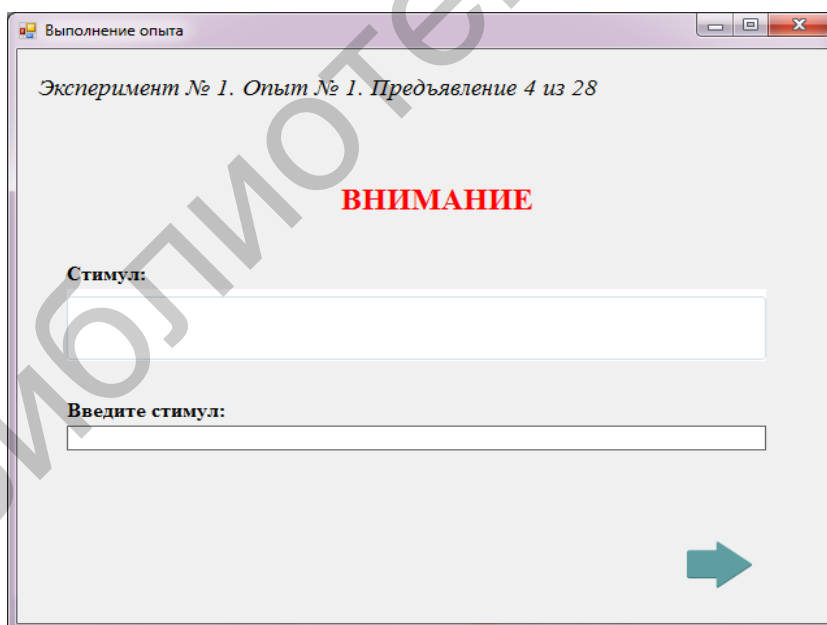


Рисунок 9.14 – Проведение опыта

После окончания выполнения опыта демонстрируется форма результатов, содержание которой зависит от выбранного опыта (рисунок 9.15).

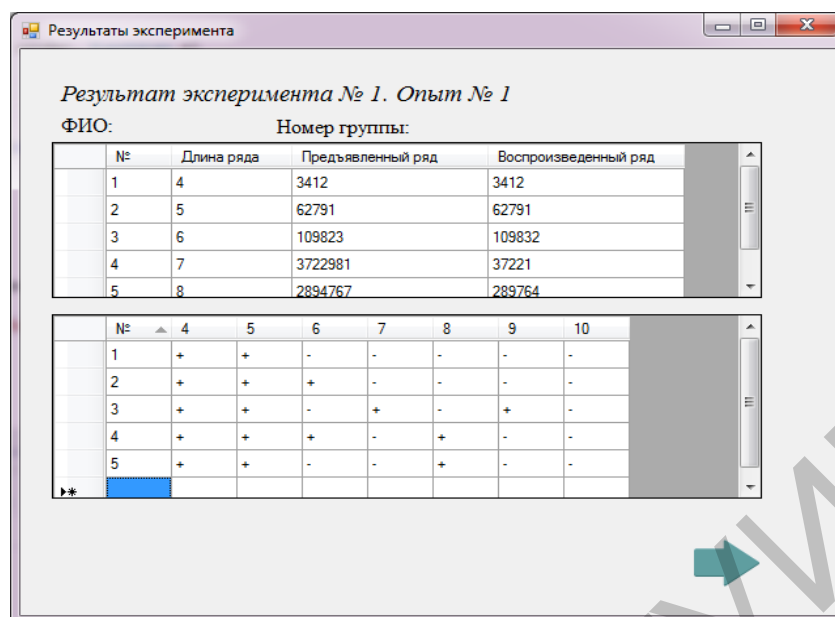


Рисунок 9.15 – Результат выполнения опыта

По завершении просмотра результатов студент может перейти к информационному окну (рисунок 9.16) или завершить работу с программой. В информационном окне будут доступны действия: выбор следующего задания, просмотр результатов опыта либо обработка результатов. Кнопка «Обработка результатов» представляет собой информационную справку с необходимыми математическими данными.

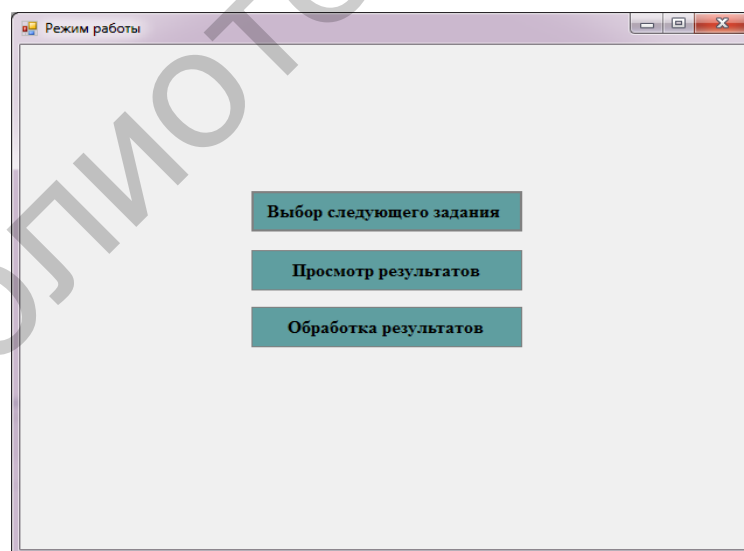


Рисунок 9.16 – Выбор режима работы

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

## 9.6 Эргономическая оценка проектируемой системы

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

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

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

Эргономическая оценка производится на основании номенклатуры эргономических требований и показателей, отношения которых характеризуются определенной иерархической зависимостью.

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

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

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

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

На основе требований и рекомендаций по учету особенностей человека при проектировании пользовательского интерфейса, содержащихся в нормативной, справочной и научной литературе, составим спецификацию эргономических требований, сгруппировав их. Группы эргономических

требований формируем в зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора, соответственно получаем гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические и социально-психологические группы требований.

Общие эргономические требования к проектируемой системе приведены в таблице 9.5.

Таблица 9.5 – Общие эргономические требования к проектируемой системе и соответствующие им единичные эргономические показатели

Группа ЭТ	Эргономическое требование	Единичный эргономический показатель
1	2	3
<b>Эргономическое свойство «Управляемость»</b>		
Психофизиологические	ПФ-1. Соответствие размеров знаков на экране дисплея оперативному порогу зрения человека	Размеры шрифта текста и знаков
	ПФ-2. Соответствие контраста знаков и фона оптимальным условиям восприятия	Величина контраста знаков и фона
	ПФ-3. Соответствие вида контраста знаков и фона уровню освещенности рабочего места	Вид контраста знаков и фона
	ПФ-4. Отображение недоступных пунктов меню хорошо различимым блеклым цветом	Цвет недоступных пунктов меню
	ПФ-5. Соответствие расположения надписей условиям их оптимального считывания	Расположение и ориентация надписей на экране дисплея
	ПФ-6. Использование пролистываемых и раскрывающихся списков в целях экономии экранного пространства	Наличие и типы пролистываемых и раскрывающихся списков
Психологические	П-1. Соответствие сложности инструкций времени, отводимому на их восприятие	Длина инструкции и время ее экспозиции
	П-2. Один и тот же характер команд на протяжении всего периода работы в системе в схожих ситуациях	Тип ОУ и его обозначение
	П-3. Наличие указаний на проблемы, возникающие в процессе обслуживания системы	Сообщения об ошибочных действиях пользователей
	П-4. Наличие подсказок о следующих шагах работы в системе	Сообщения о следующих действиях пользователей
	П-5. Наличие предупреждений о нежелательных последствиях некоторых действий	Предупреждения о возможных нежелательных действиях
	П-6. Соответствие цветов знаков и надписей сформированным стереотипам восприятия цвета	Цвета знаков, кнопок, надписей
	П-7. Соответствие формы и расположения знаков сформированным стереотипам восприятия	Форма и ориентация знаков

1	2	3
	П-8. Выделение в текстовых инструкциях смысловых фрагментов	Компоновка текста инструкции (наличие абзацев) или других способов выделения
	П-9. Отсутствие в текстовых сообщениях аббревиатур, непонятных слов и сокращений	Словарный состав текстовых инструкций
	П-10. Привлечение внимания пользователей к важным сообщениям	Используемые средства привлечения внимания пользователя (цвет, мигание, звуковые сигналы)
	П-11. Наличие индикатора степени выполнения заданий (операций)	Наличие и вид индикатора выполнения
	П-12. Наличие кратких и понятных заголовков окон	Наличие и вид заголовков окон
	П-13. Использование для названий пунктов меню одного слова (глагола для действий, существительного для объектов)	Названия пунктов меню
	П-14. Применение в названиях пунктов меню норм использования заглавных букв, принятых в языке	Названия пунктов меню
	П-15. Соответствие опций элементов интерфейса установленным, привычным нормам (например, использование клавиши Enter)	Соответствие привычным нормам
	П-16. Отсутствие у пользователей сложностей в поиске необходимых директив (элементов интерфейса) для управления процессом решения поставленной задачи	Естественность взаимодействия
	<p>П-17. Сообщение об ошибке должно отвечать всего на три вопроса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в чем заключается проблема;</li> <li>- как исправить эту проблему сейчас;</li> <li>- как сделать так, чтобы проблема не повторилась?</li> </ul>	Содержание сообщений об ошибках
	П-18. Вежливое и понятное пользователю сообщение об ошибках	Содержание сообщений об ошибках
	П-19. К строкам ввода там, где это возможно, с целью разгрузки памяти целесообразно присоединять выпадающий список допустимых значений	Наличие выпадающих списков допустимых значений в строках ввода
	П-20. Целесообразно использовать в рамках одного приложения окна, построенные по одному шаблону, в которых одинаковые элементы расположены одинаково	Окна интерфейса в программе
	П-21. Интерфейсные элементы должны иметь не только согласованные изображения, но и согласованное управление, например активизация всех пиктограмм – двойным щелчком мыши	Средства управления элементами интерфейса

1	2	3
	<p>П-22. Следует учитывать при проектировании меню и диалоговых окон стереотипную логическую последовательность чтения текста справа налево и сверху вниз. В левом верхнем углу следует располагать элемент, с которым пользователь должен работать в первую очередь, а в правом нижнем углу – тот, который используется в конце. Не следует первым элементом меню ставить опцию «Выход»</p>	<p>Компоновка опций меню и диалоговых окон</p>
<p>Физиологические</p>	<p>Ф-1. Соответствие размеров зон установки курсора физиологическим возможностям движений</p>	<p>Размеры меню, списков, кнопок на экране дисплея</p>
	<p>Ф-2. Использование в группе радиокнопок (не менее одной) с режимом по умолчанию</p>	<p>Наличие в группе радиокнопок не менее одной с режимом по умолчанию</p>
	<p>Ф-3. Использование командных кнопок для ввода явных действий</p>	<p>Наличие командных кнопок для ввода явных действий</p>
	<p>Ф-4. Использование чекбоксов и радиокнопок для ввода параметров запускаемого впоследствии действия</p>	<p>Наличие чекбоксов и радиокнопок для ввода параметров запускаемого впоследствии действия</p>
	<p>Ф-5. Отсутствие необходимости устанавливать фокус ввода в открывающихся текстовых полях</p>	<p>Наличие фокуса ввода в текстовых полях по умолчанию</p>
	<p>Ф-6. Соответствие времени экспозиции списков, меню, кнопок скоростным возможностям человека</p>	<p>Длительность экспозиции средств взаимодействия</p>
	<p>Ф-7. Использование «крутилок» для ввода числовых значений</p>	<p>Наличие «крутилок» для ввода числовых значений</p>
	<p>Ф-8. Использование ползунков для ввода ранжирующихся значений</p>	<p>Наличие слайдеров для ввода ранжирующихся значений</p>
		<p>Ф-9. Использование значения по умолчанию, где только возможно, чтобы минимизировать процесс ввода информации</p>
	<p>Ф-10. Отсутствие требования к пользователям вводить информацию, которая была предварительно введена или которая может быть автоматически получена из системы</p>	<p>Отсутствие необходимости вводить информацию, которая была ранее введена или которая может быть автоматически получена из системы</p>
<p>Гигиенические</p>	<p>Г-1. Соответствие параметров изображения на экране дисплея условиям комфорта зрительной работы пользователей (отсутствие мельканий, слепящих яркостей и т. п.)</p>	<p>Энергетические и временные параметры изображения на экране дисплея</p>

1	2	3
Социально-психологические	СП-1. Отсутствие условий для возникновения конфликтов интересов или действий пользователей разных типов	Способ разграничения прав пользователей разных типов
<b>Эргономическое свойство «Освояемость»</b>		
Психофизиологические	ПФ-1. Отсутствие требований, связанных с обслуживанием системы, несоответствующих возможностям органов чувств человека	Соответствие системы возможностям органов чувств человека
Психологические	П-1. Отсутствие сложности условий, для которых необходима дополнительная подготовка	Соответствие сложности инструкций времени, отводимому на их усвоение
	П-2. Возможность проведения тренировочной серии	Наличие возможности проведения тренировочной серии
Физиологические	Ф-1. Отсутствие требований, связанных с освоением системы, несоответствующих силовым и скоростным возможностям человека	Соответствие системы силовым и скоростным возможностям человека
Гигиенические	Г-1. Соответствие параметров рабочей среды гигиеническим нормативам	Соответствие параметров рабочей среды безопасности человека для его здоровья

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

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

Групповой эргономический показатель  $\mathbb{E}П_{гр}$  рассчитывается как общая оценка по группе единичных показателей:

$$\mathbb{E}П_{гр} = \sum 1 / (\sum 1 + \sum 0), \quad (9.1)$$

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

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

Очевидно, что  $\sum 1 + \sum 0$  – это общее число единичных показателей в группе, поэтому групповой эргономический показатель изменяется в пределах  $0 \leq \mathbb{E}П_{гр} \leq 1$ , имеет смысл эмпирической вероятности и служит

мерой соответствия характеристик СЧМ эргономическим требованиям данной группы.

Результаты оценки значений единичных и групповых эргономических показателей приведены в таблице 9.6.

Таблица 9.6 – Значения единичных и групповых эргономических показателей проектируемой системы

Группа ЭП	Значение единичных ЭП	Значение групповых ЭП
<b>Эргономическое свойство «Управляемость»</b>		
Психофизиологические	ПФ-1, ПФ-2, ПФ-3, ПФ-4, ПФ-5, ПФ-6 = 1	$6 \cdot 1 / 6 = 1$
Психологические	П-4, П-13, П-17 = 0  П-1, П-2, П-3, П-5, П-6, П-7, П-8, П-9, П-10, П-11, П-12, П-14, П-15, П-16, П-18, П-19, П-20, П-21, П-22 = 1	$19 \cdot 1 / 22 = 0,86$
Физиологические	Ф-9 = 0  Ф-1, Ф-2, Ф-3, Ф-4, Ф-5, Ф-6, Ф-7,  Ф-8, Ф-10 = 1	$9 \cdot 1 / 10 = 0,9$
Гигиенические	Г-1 = 1..	$1 \cdot 1 / 1 = 1$
Социально-психологические	СП-1 = 1	$1 \cdot 1 / 1 = 1$
Антропометрические	Неактуальны для данной СЧМ	–
<b>Эргономическое свойство «Освояемость»</b>		
Психофизиологические	ПФ-1 = 1	$1 \cdot 1 / 1 = 1$
Психологические	П-1, П-2 = 1	$2 \cdot 1 / 2 = 1$
Физиологические	Ф-1 = 1	$1 \cdot 1 / 1 = 1$
Гигиенические	Г-1 = 1	$1 \cdot 1 / 1 = 1$

Далее оцениваются эргономические свойства СЧМ. Для нашей системы значимыми являются два свойства – «управляемость» и «освояемость». Именно эти свойства будут определять эргономичность системы в целом.

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

$$\text{ЭСВ} = \sum \alpha_{ni} \cdot \text{ЭП}_{грj} , \quad (9.2)$$

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



Для оцениваемых эргономических свойств «управляемость» и «освояемость» выбираем величины весовых коэффициентов. Для создаваемой системы приоритет отдается «управляемости», поэтому ее весовой коэффициент составляет 0,7. Следовательно у «освояемости» – 0,3 (таблица 9.7).

Таблица 9.7 – Значения весовых коэффициентов для оценки эргономических свойств

Групповой ЭП	Значение весового коэффициента
<b>Эргономическое свойство «Управляемость» (0,7)</b>	
Психофизиологический	0,2
Психологический	0,3
Физиологический	0,1
Гигиенический	0,05
Социально-психологический	0,05
<b>Эргономическое свойство «Освояемость» (0,3)</b>	
Психофизиологический	0,06
Психологический	0,12
Физиологический	0,06
Гигиенический	0,06

С учетом данных таблиц 9.6 и 9.7 по формуле (9.2) определяем количественное значение двух эргономических свойств:

$$\text{ЭСВ}_{\text{управляемость}} = (0,2 \cdot 1) + (0,3 \cdot 0,86) + (0,1 \cdot 0,9) + (0,05 \cdot 1) + (0,05 \times 1) = 0,648;$$

$$\text{ЭСВ}_{\text{освояемость}} = (0,06 \cdot 1) + (0,12 \cdot 1) + (0,06 \cdot 1) + (0,06 \cdot 1) + (0,1 \cdot 1) = 0,3.$$

Эргономичность нашей системы равна  $0,648 + 0,3 = 0,948$ .

Полученное значение группового эргономического показателя оценивается с учетом следующей градации:

- 0,8–1,0 – «отлично» – эргономические характеристики изделия соответствуют базовым значениям;
- 0,5–0,8 – «хорошо» – приближается к базовым, но требуется совершенствование изделия;
- 0,2–0,5 – «удовлетворительно» – далеки от базовых, требуется значительное улучшение изделия;
- 0–0,2 – «неудовлетворительно» – практически не обеспечивается необходимая производительность, удобство и безопасность труда человека-оператора [12].

Далее произведем анализ единичных показателей, значения которых не соответствуют эргономическим требованиям (получили «нулевые» оценки). Результаты данного этапа представлены в таблице 9.8.

Таблица 9.8 – Рекомендации по улучшению эргономичности проектируемой системы

Невыполненное эргономическое требование	Предложение по улучшению эргономичности
<b>П-4.</b> Наличие подсказок о следующих шагах работы в системе	Использовать подсказки о следующих шагах работы пользователя в системе
<b>П-13.</b> Использование для названий пунктов меню одного слова (глагола для действий, существительного для объектов)	Изменить названия пунктов меню
<b>П-17.</b> Сообщение об ошибке должно отвечать всего на три вопроса:  - в чем заключается проблема; - как исправить эту проблему сейчас; - как сделать так, чтобы проблема не повторилась?	Изменить содержание сообщений об ошибках
<b>Ф-9.</b> Использование значения по умолчанию, где только возможно, чтобы минимизировать процесс ввода информации	Установить значения «по умолчанию» во всех формах ввода параметров

Библиотека ВГУИР

## Литература

1. Акчурин, Э. А. Человеко-машинное взаимодействие : учеб. пособие / Э. А. Акчурин. – М. : СОЛОН-пресс, 2008.
2. Вайнштейн, Л. А. Эргономика : учеб. пособие / Л. А. Вайнштейн. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2010.
3. Гультияев, А. К. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса / А. К. Гультияев, В. А. Машин. – СПб. : КОРОНА-принт, 2000.
4. Гаррет, Дж. Веб-дизайн: книга Джесса Гаррета. Элементы опыта взаимодействия / Дж. Гаррет ; пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2008.
5. Калиновский, А. И. Юзабилити: как сделать сайт удобным / А. И. Калиновский. – Минск : Новое знание, 2005.
6. Кляуззе, В. П. Эргономическое обеспечение веб-дизайна / В. П. Кляуззе. – М. : МИР ПК, 2002.
7. Круг, С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!» / С. Круг ; пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2005.
8. Купер, А. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – М. : Символ-Плюс, 2009.
9. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов : учеб. пособие / С. Ф. Сергеев [и др.]. – СПб. : ИТМО, 2011.
10. Смирнов, Б. А. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование / Б. А. Смирнов, Ю. И. Гулый. – Харьков : Гуманитарный центр, 2010.
11. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин. – М. : Символ-Плюс, 2005.
12. Шупейко, И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек – компьютер – среда». Курсовое проектирование / И. Г. Шупейко. – Минск : БГУИР, 2012.

*Учебное издание*

**Шупейко Игорь Георгиевич**

**ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК – МАШИНА»**

ПОСОБИЕ

Редактор *М. А. Зайцева*  
Корректор *Е. И. Герман*  
Компьютерная правка, оригинал-макет *М. В. Касабуцкий*

Подписано в печать 19.10.2017. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 4,53. Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 40 экз. Заказ 83.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
ЛП №02330/264 от 14.04.2014.  
220013, Минск, П. Бровки, 6