

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

Кафедра радиоэлектронных средств

В.М. Алефиренко, Ю.В. Шамгин

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Практикум
для студентов специальностей
«Проектирование и производство РЭС»,
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»,
«Техническое обеспечение безопасности»
дневной, вечерней и заочной форм обучения

Минск 2005

УДК 159.9:62(075.8)

ББК 88.4 я 73

А 48

Р е ц е н з е н т:

доцент кафедры производственной
и экологической безопасности БГУИР,
кандидат психологических наук И.Г. Шупейко

Алефиренко В.М.

А 48 Инженерная психология: Практикум для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС», «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС», «Техническое обеспечение безопасности» дневн., веч. и заоч. форм обуч. / В.М. Алефиренко, Ю.В. Шамгин. – Мн.: БГУИР, 2005. – 36 с.: ил. ISBN 985-444-746-4

Предлагаемый цикл практических работ посвящен исследованию психологических характеристик деятельности человека-оператора в системе «Человек-машина» («Человек-РЭС»). Все работы выполняются с использованием вычислительной техники и специально разработанного программного обеспечения, позволяющих гибко моделировать информационные процессы в соответствии с задачами исследования и выдавать полученные результаты в автоматическом режиме.

Практикум и соответствующее программное обеспечение могут быть использованы также для тренировки и тестирования операторов РЭС и ЭВМ.

УДК 159.9:62(075.8)

ББК 88.4 я 73

ISBN 985-444-746-4

© Алефиренко В.М., Шамгин Ю.В., 2005

© БГУИР, 2005

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА

1. Цель работы
2. Теоретические сведения
3. Порядок выполнения работы
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

Практическая работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

1. Цель работы
2. Теоретические сведения
3. Порядок выполнения работы
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

Практическая работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА НА ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ СИГНАЛЫ

1. Цель работы
2. Теоретические сведения
3. Порядок выполнения работы
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

Практическая работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

1. Цель работы
2. Теоретические сведения
3. Порядок выполнения работы
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

Практическая работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОСПРИЯТИЯ ЗНАКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ЧЕЛОВЕКОМ-ОПЕРАТОРОМ

1. Цель работы
2. Теоретические сведения
3. Порядок выполнения работы
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

ЛИТЕРАТУРА

Методические указания к выполнению практических работ

Практикум включает в себя описание пяти практических работ по различным аспектам инженерной психологии. При проведении работ следует иметь в виду особенности современного состояния инженерной психологии и возможности проведения исследований в условиях вуза. Так, например, ограниченность учебного времени, отводимого на выполнение работы, не позволяет провести исследование поставленной проблемы в полном объеме. Поэтому по каждой проблеме проводятся лишь ограниченные исследования с указанием четко определенной цели в начале каждой работы.

Порядок выполнения работ может быть любым, однако для более эффективного усвоения материала рекомендуется выполнять их в предлагаемом порядке.

Все работы проводятся с использованием вычислительной техники и специально разработанного программного обеспечения. Однако при необходимости они могут быть выполнены и без применения вычислительной техники на физических макетах, специально разработанных для этих целей. Программное обеспечение позволяет выбрать любую работу и начать ее выполнение с любого пункта. Это удобно в тех случаях, когда по каким-либо причинам выполнение работы прерывается и ее необходимо продолжить через некоторое время. В программе к каждой работе имеется справка о правилах работы с этой программой для получения необходимых результатов. Перед выполнением работы рекомендуется провести 1 – 2 пробных прогона программы для тренировки и изучения ее особенностей. Каждая работа может выполняться как одним человеком, так и бригадой, состоящей из нескольких человек. В последнем случае исследования должны проводиться каждым членом бригады. Статистическая обработка результатов (вычисление средних значений для каждого опыта) производится автоматически. Однако построение графических зависимостей осуществляется вручную. Для этого рекомендуется перед выполнением работы уяснить, какие данные необходимо получить и подготовить для них таблицы. Данные, выдаваемые компьютером, необходимо сводить в соответствующие таблицы.

Программное обеспечение позволяет не только проводить работы с целью решения поставленных задач, но и получать данные психологического тестирования. Таким образом, студенты одновременно с выполнением практических работ получают данные своего тестирования в качестве операторов РЭС.

При подготовке практикума использовалась литература /1 – 5/, которая рекомендуется для более глубокого изучения вопросов инженерной психологии, изучаемых в данном цикле практических работ.

Библиотека БГУИР

Практическая работа № 1

Исследование времени информационного поиска

1. Цель работы

Теоретическое и экспериментальное определение времени информационного поиска и сравнение полученных результатов с помощью статистических критериев.

2. Теоретические сведения

Для некоторых видов деятельности человека-оператора процесс восприятия сводится к информационному поиску – нахождению на устройстве отображения информации объекта с заданными признаками. Такими признаками могут быть проблесковое свечение, особая форма или цвет объекта, отклонение стрелки прибора за допустимое значение и т.д. Задача оператора заключается в нахождении такого объекта и характеризуется временем, затраченным на поиск.

Общее время информационного поиска равно:

$$\tau_{ИП} = \sum_{i=1}^n (t_{\Pi i} + t_{\Phi i}), \quad (1.1)$$

где $t_{\Pi i}$ – время i -го перемещения взора;

$t_{\Phi i}$ – время i -й фиксации взора;

n – число шагов поиска (число фиксаций, затраченных для нахождения нужного объекта).

Время перемещения определяется углом скачка взора, а время фиксации зависит от целого ряда факторов: свойств информационного поля, способа деятельности оператора, степени сложности искомых элементов. Однако в условиях конкретного информационного поля (особенно при однородности его элементов) и конкретной задачи величина $t_{\Phi i}$ относительно постоянна и является характеристикой данных условий работы (табл. 1.1).

Так как в условиях конкретной задачи $t_{\Phi i}$ постоянно и $t_{\Pi i} \ll t_{\Phi i}$, то выражение (1.1) примет вид

$$\tau_{ИП} = n \cdot t_{\Phi i} . \quad (1.2)$$

Таблица 1.1

Средняя длительность зрительной фиксации
в различных задачах информационного поиска

| Задача | $t_{\Phi i}$, мс |
|--|-------------------|
| Поиск отметки на экране монитора | 370 |
| Чтение буквы или цифры | 310 |
| Поиск условных знаков | 300 |
| Поиск простых геометрических фигур | 200 |
| Фиксация загорания (погасания) индикатора | 280 |
| Ознакомление с ситуацией, обозначенной условными знаками | 640 |

Среднее значение времени информационного поиска равно:

$$\tau_{ИП} = \bar{n} \cdot t_{\Phi i} , \quad (1.3)$$

где \bar{n} – математическое ожидание числа шагов поиска (зрительных фиксаций, необходимых для нахождения объекта с заданными признаками).

Величина \bar{n} находится при построении математической модели информационного поиска, и с ее учетом:

$$\tau_{ИП} = \bar{n} \cdot t_{\Phi} = \frac{N}{M + 1} + 1 \cdot t_{\Phi} , \quad (1.4)$$

где N – общий объем (количество элементов) информационного поля;
 M – число объектов, обладающих заданным для поиска признаком;
 a – объем зрительного восприятия.

Объем зрительного восприятия ограничен, с одной стороны, объемом оперативной памяти (4 – 8 компонентов), а с другой — пространственными характеристиками поля зрения (размерами зоны ясного видения). В процессе поиска размеры зоны ясного видения со-

ставляют примерно 10° . Под объемом зрительного восприятия в данном случае следует считать то количество компонентов (но не более 6 ± 2), которое одновременно попадает в зону, ограниченную углом 10° в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Если в поле зрения ($10^\circ \times 10^\circ$) попадает число компонентов $a \leq 6$, то объем зрительного восприятия следует принять равным a . Если же в поле зрения одновременно попадает более шести компонентов, то объем зрительного восприятия принимается $a = 6$.

На основании формулы (1.4) можно сформулировать главные требования к организации информационного поля с точки зрения минимизации времени информационного поиска:

- компоненты поля следует располагать так, чтобы в поле зрения $10^\circ \times 10^\circ$ попадало максимальное число компонентов, равное 6 ± 2 ;
- следует по возможности уменьшать размер поля зрения, не допуская нахождения в нем ненужных компонентов;
- искомые компоненты следует выделять таким образом (цветом, формой, размерами), чтобы обеспечить наименьшее время фиксации.

Рассчитанная по формуле (1.4) величина $\tau_{ИП}$ является теоретическим значением математического ожидания времени информационного поиска. Поэтому эта величина нуждается в экспериментальной проверке. В результате эксперимента определяется число экспериментальных значений времени информационного поиска $N_{\mathcal{E}}$ и вычисляются его среднее значение $\tau_{\mathcal{E}}$ и дисперсия $D_{\mathcal{E}}$. Для проверки значимости различия между теоретическим и экспериментальным значениями времени информационного поиска используется формула сравнения математических ожиданий:

$$\left| \bar{\tau}_{ИП} - \bar{\tau}_{\mathcal{E}} \right| \geq t_{1-P} \sqrt{D_{\mathcal{E}} \cdot \left(\frac{1}{N_T} + \frac{1}{N_{\mathcal{E}}} \right)}, \quad (1.5)$$

где $\bar{\tau}_{ИП}$ – теоретическое значение математического ожидания времени информационного поиска;
 $\bar{\tau}_{\mathcal{E}}$ – экспериментальное значение математического ожидания времени информационного поиска;

- t_{1-P} – значения случайной переменной, подчиненной распределению Стьюдента с $f = N_T + N_{\text{Э}} - 2$ степенями свободы (табл.1.2.);
- P – уровень значимости (принимается равным 0,05);
- N_T и $N_{\text{Э}}$ – число опытов, по результатам которых определены значения $\bar{\tau}_{\text{Э}i}$ и $\bar{\tau}_{\text{Y}}$.

Величины $\bar{\tau}_{\text{Y}}$ и D_{Y} находятся в результате обработки экспериментальных данных по формулам

$$\bar{\tau}_{\text{Э}} = \frac{1}{N_{\text{Э}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{Э}}} \tau_i ;$$

$$D_{\text{Y}} = \frac{1}{N_{\text{Y}} - 1} \sum_{i=1}^{N_{\text{Y}}} \left(\bar{\tau}_{\text{Y}} - \tau_i \right)^2 ,$$
(1.6)

где τ_i – экспериментальное значение времени информационного поиска, полученное в i -м опыте.

Таблица 1.2

Значения случайной переменной, подчиненной распределению Стьюдента, для различных значений степеней свободы и доверительной вероятности 0,95

| f | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 40 | 120 | ∞ |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| $T_{0,95}$ | 2,92 | 2,13 | 1,94 | 1,86 | 1,81 | 1,75 | 1,73 | 1,71 | 1,68 | 1,66 | 1,64 |

В расчетах по формуле (1.5) величина $N_{\text{Э}}$ равна числу экспериментальных измерений времени информационного поиска. Величина N_T принимается равной ∞ , поскольку предполагается, что теоретическое значение получено по результатам бесконечно большого числа опытов.

Выполнение неравенства (1.5) свидетельствует о существенном различии между теоретическими и экспериментальными данными.

Необходимо отметить, что формулой (1.5) можно пользоваться при соблюдении следующих условий:

- сравниваемые величины подчинены нормальному закону распределения;
- дисперсии сравниваемых величин несущественно различаются между собой (проверка этого условия осуществляется с помощью критерия Фишера).

При выполнении данной работы предполагается, что оба этих условия соблюдаются.

В работе исследуется возможность использования выражения (1.4) в качестве модели для определения времени информационного поиска в конкретных условиях эксперимента для исследуемого информационного табло.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Запустить на ЭВМ соответствующую программу.
3. Изучить правила работы с программой (справку о программе).
4. Провести 1 – 2 тренировочных прогона программы и убедиться в правильности работы с ней для получения требуемых экспериментальных данных.
5. Изучить ситуационную картинку информационного табло (форму и количество компонентов).
6. Для каждого типа компонента по формуле (1.4) определить теоретическое значение математического ожидания времени информационного поиска.
7. Для каждого типа компонента получить экспериментальное значение времени информационного поиска для различного числа измерений.
8. Провести сравнение теоретического и экспериментальных значений времени информационного поиска по формуле (1.5) и с использованием табл. 1.1.
9. Сделать вывод о практической значимости математической (теоретической) модели для времени информационного поиска различных видов компонентов на исследуемой модели информационного табло.
10. Оформить отчет и защитить работу.

4. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам, и содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения и защиты работы;
- исходные данные для расчетов;
- описание порядка выполнения работы с приведением исходных данных, расчетных и экспериментальных результатов;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Что представляет собой деятельность оператора в режиме информационного поиска?
2. Из каких составляющих состоит время информационного поиска?
3. От каких факторов зависит время перемещения взора?
4. От каких факторов зависит время фиксации взора?
5. Как описывается модель времени информационного поиска?
6. Что такое объем зрительного восприятия и чем он определяется?
7. Каким условиям должны удовлетворять сравниваемые по формуле (1.5) величины?
8. Какие рекомендации к организации информационного поля могут быть сделаны с точки зрения минимизации времени информационного поиска?

Практическая работа № 2

Исследование оперативной памяти человека-оператора

1. Цель работы

Исследование влияния условий предъявления информации на характеристики оперативной памяти (вероятность правильного воспроизведения информации).

2. Теоретические сведения

Основы деятельности человека-оператора заключаются в получении, сохранении, переработке и передаче информации. Поэтому особенности памяти являются для оператора важнейшим профессиональным качеством. В деятельности оператора различают два основных вида памяти: статическую (постоянную) и динамическую (оперативную).

Постоянная память связана с запоминанием, сохранением и воспроизведением многочисленных и разнообразных статических элементов системы управления. Оператор должен знать управляемую систему во всех деталях, со всеми особенностями и быстро воспроизводить соответствующие элементы для решения возникающих задач управления.

Оперативная память связана с запоминанием, сохранением и воспроизведением динамических (меняющихся) элементов ситуации по отношению к статической системе. Следовательно, под оперативной памятью понимаются процессы запоминания, сохранения и воспроизведения информации, получаемой и передаваемой при выполнении отдельного действия и необходимой для достижения частной цели. Процессы оперативной памяти связаны с целью единичного действия и необходимы только для достижения его частной цели, после чего они утрачивают свою актуальность и целесообразность. Длительность процессов оперативной памяти ограничивается длительностью осуществления данного действия.

Кроме рассмотренного деления памяти на постоянную и оперативную можно говорить о долговременной и кратковременной памяти. Долговременная память характеризуется длительным запоминанием (после неоднократных повторений) и (или) длительным сохра-

нением информации. Кратковременная память характеризуется немедленным запоминанием (запоминанием с одного предъявления), немедленным воспроизведением и кратким сохранением информации.

В ряде случаев постоянную память отождествляют с долговременной, а оперативную – с кратковременной. Однако такое отождествление не всегда правомерно.

В основе деления памяти на долговременную и кратковременную лежит различие в длительности и характере (однократное или многократное) предъявления, сохранения и воспроизведения информации.

Деление памяти на постоянную и оперативную связано с различным участием этих видов памяти в деятельности оператора, обслуживанием соответственно «стратегических» (конечных) и «тактических» (текущих) целей и задач деятельности.

Поэтому следует рассматривать постоянную память как прошлый опыт, т.е. накопленную впрок информацию, а долговременную память – как процесс запоминания (иногда на длительное время) после многократных предъявлений.

Точно так же между оперативной и кратковременной памятью имеется принципиальное различие несмотря на то, что оба этих вида памяти объединяет относительно малое время процессов предъявления, сохранения и воспроизведения информации. Однако это время для оперативной памяти зависит от целей и задач деятельности, а для кратковременной памяти определяется условиями предъявления и воспроизведения информации. В этом заключается одно из различий кратковременной и оперативной памяти.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что в процессе текущей деятельности для решения конкретной задачи оператор может использовать часть информации, усвоенной ранее. В этом смысле видна определенная связь (а в ряде случаев и взаимопереходы) оперативной и долговременной памяти. Это дает основания утверждать, что в некоторых случаях оперативная память занимает промежуточное положение между кратковременной и долговременной памятью.

Оперативная память, обеспечивая решение текущих задач оператора, играет важную роль в его деятельности. Многочисленными исследованиями установлено, что часть ошибок оператора связана с процессами оперативной памяти. Наиболее важными ее характеристиками являются объем, длительность сохранения информации, по-

мехоустойчивость. При этом необходимо иметь в виду, что инженерную психологию интересуют не просто вопросы протекания тех или иных психических процессов (например процессов памяти) вообще, а особенности протекания этих процессов при выполнении определенной деятельности оператора. Поэтому весьма важным является вопрос о влиянии характера предъявления информации (ее длительности, темпа, объема, способа организации и т.п.) на характеристики процессов памяти. Важным является также установление зависимости между некоторыми характеристиками памяти и результатами работы оператора при выполнении конкретной деятельности за пультом управления. Последнее обстоятельство имеет очень важное значение для контроля состояния оператора, определения его готовности к выполнению деятельности, организации обучения и профессионального отбора. Некоторые из этих вопросов исследуются в настоящей работе.

Объем оперативной памяти определяется тем количеством информации (сигналов, символов, знаков), которое оператор способен запомнить после одного предъявления. Существует объем памяти на статические и динамические последовательности сигналов. В первом случае оператор должен запомнить и воспроизвести неизменяющуюся последовательность сигналов. Во втором случае оператор должен не только хранить в памяти найденную последовательность сигналов, но и изменять ее в соответствии с изменениями обстановки. Это имеет место при работе с динамической информационной моделью.

Объем памяти на статические последовательности составляет обычно 5 – 9 символов. При этом обычно чем меньше длина алфавита символов (общее число различных символов, которые могут быть предъявлены), тем больше объем памяти, и наоборот. Например, при предъявлении последовательности двоичных чисел (длина алфавита равна двум) объем памяти ближе к своему верхнему пределу. При запоминании десятичных цифр (длина алфавита равна 10) он составляет 7 – 8 цифр, а при запоминании букв (длина алфавита равна 33) он снижается до 5 – 6.

Значительно меньше исследованы вопросы запоминания динамической последовательности сигналов. Проведенные исследования показывают, что объем памяти в этом случае обычно не превышает 3 – 4 символов.

Большой интерес представляет нахождение способа определения (регистрации) объема памяти. Один из них основан на том, что в качестве объема памяти принимается та длина последовательности сигналов, при которой имеет место 50-процентное правильное воспроизведение предъявленных последовательностей. Такой способ применяется в экспериментальной психологии. Его достоинства – легкость регистрации объема памяти. Однако зарегистрированная таким способом величина не имеет ярко выраженного практического значения.

Поэтому для решения задач инженерной психологии может быть предложен другой способ, основанный на применении косвенного метода регистрации объема памяти. Суть его состоит в следующем. Выбирается индикатор измерений, в качестве которого может служить, например, вероятность правильного воспроизведения предъявленных последовательностей сигналов. Для оценки этой вероятности может служить величина

$$P_{\Pi} = m/N, \quad (2.1)$$

где m – число правильно воспроизведенных последовательностей;

N – общее число последовательностей.

Поскольку любое измерение представляет собой сравнение с некоторым эталоном, то выбирается эталонное значение индикатора измерений $P_{Э}$. Очевидно, что при использовании в качестве индикатора выражения (2.1) $P_{Э}=1$. Затем экспериментальным путем определяются вероятности P_{Π} для различных значений длины последовательности сигналов. Искомым значением (т.е. величиной объема памяти) является та длина, при которой наблюдается значимое уменьшение величины P_{Π} по сравнению с $P_{Э}$. Оценка ведется с помощью статистических критериев.

Найденное таким способом значение объема памяти имеет определенный практический смысл и отражает существо процессов памяти. Это выражается в том, что с помощью объективных критериев фиксируется та длина, при которой начинают значительно увеличиваться ошибки памяти. Это как раз и является следствием переполнения (превышения объема) оперативной памяти. Определение этого условия представляет большой интерес при решении целого ряда задач инженерной психологии. Проведенные исследования показывают, что объем памяти представляет собой случайную величину, подчиненную биномиальному закону распределения.

Другой важной характеристикой оперативной памяти является время (длительность) сохранения информации. Физиологической основой процесса сохранения является способность нервных клеток определенное время сохранять изменения, возникающие под влиянием внешних воздействий. Эти изменения называются «следом» памяти и постепенно затухают во времени.

Безошибочное воспроизведение информации возможно, пока затухание «следа» памяти не достигнет некоторого критического значения. Соответствующий этому промежуток времени называется длительностью «следа» памяти. Он и определяет время сохранения информации.

Измерение (регистрацию) времени сохранения информации так же, как и объем оперативной памяти, лучше всего вести косвенным методом. Для этого оператору предъявляется последовательность сигналов фиксированной длины, соответствующей объему памяти. Воспроизведение предъявляемых последовательностей оператор осуществляет через некоторое время, изменяемое в процессе эксперимента. Время ожидания воспроизведения, при котором вероятность P_{II} значительно отличается от исходного уровня, и характеризует собой длительность сохранения информации в оперативной памяти.

Как уже указывалось, характеристики памяти в значительной степени определяются теми условиями, в которых протекает деятельность оператора. Это объясняется понятием помехоустойчивости оперативной памяти. Наличие отвлекающих раздражителей, неудобное положение оператора, плохая освещенность и целый ряд других причин – все это приводит к ухудшению работы памяти. Пределы помехоустойчивости памяти можно также определить методом косвенных измерений по изменению вероятности P_{II} .

Таким образом, вероятность P_{II} является одним из основных индикаторов, с помощью которого можно вычислить характеристики оперативной памяти. Представляет определенный практический интерес исследование зависимости этой вероятности от различных условий предъявления информации. Установлено, что эта вероятность зависит от длительности предъявления одного символа, длины последовательности символов, способа предъявления символов (последовательное или одновременное).

Установлено также, что для многих видов операторской деятельности характеристики памяти являются важнейшим профессиональ-

ным качеством, от которого зависит успешность работы оператора. При ухудшении характеристик памяти соответственно изменяются в худшую сторону и результаты работы оператора, при этом коэффициент корреляции между ними может составлять 0,5 – 0,7. Таким образом, измеряя характеристики памяти, можно с определенной степенью уверенности сделать прогноз относительно того, каковы будут результаты работы оператора за пультом управления.

В работе исследуется влияние длины последовательности и времени предъявления символов на вероятность правильного воспроизведения их оператором.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Запустить на ЭВМ соответствующую программу.
3. Изучить правила работы с программой (справку о программе).
4. Провести 1 – 2 тренировочных прогона программы и убедиться в правильности работы с ней для получения требуемых экспериментальных результатов.
5. Исследовать зависимость вероятности правильного воспроизведения от длины последовательности и времени предъявления символов при последовательном предъявлении информации для различного числа предъявлений.
 - 5.1. Получить данные для построения зависимостей вероятности правильного воспроизведения от длины последовательности предъявляемых символов для различного времени их предъявления.
 - 5.2. Получить данные для построения зависимостей вероятности правильного воспроизведения от времени предъявления символов для различной длины их последовательности.
6. Выполнить п. 5 при одновременном предъявлении информации.
7. Построить по полученным результатам графические зависимости, проанализировать их и сделать выводы.
8. Определить по построенным графическим зависимостям объем оперативной памяти для каждого времени предъявления информации и среднее значение объема оперативной памяти для каждого вида предъявления информации.
9. Оформить отчет и защитить работу.

4. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам, и содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения и защиты работы;
- описание порядка выполнения работы с приведением исходных данных, экспериментальных результатов, графических зависимостей и результатов их анализа;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Какие виды памяти принимают участие в деятельности человека-оператора?
2. В чем различие постоянной и оперативной памяти?
3. В чем различие долговременной и кратковременной памяти?
4. В чем различие постоянной и долговременной памяти?
5. В чем различие оперативной и кратковременной памяти?
6. Какие характеристики оперативной памяти вы знаете?
7. От каких факторов зависит объем оперативной памяти?
8. Какие способы существуют для определения объема оперативной памяти?
9. Как определяется время сохранения информации в оперативной памяти?
10. Как определяется помехоустойчивость оперативной памяти?

Практическая работа № 3

Исследование реакции человека-оператора на формализованные сигналы

1. Цель работы

Изучение видов реакций человека-оператора и исследование зависимости времени реакции от количества поступающей информации.

2. Теоретические сведения

Одной из важнейших задач инженерной психологии является разработка принципов и способов организации информации, которую оператор получает в процессе работы. Сюда относятся вопросы, связанные с определением объема и временных характеристик информации (согласование темпа поступления информации, ее приема и переработки с психофизиологическими возможностями человека), конструкцией лицевых панелей средств отображения информации (приборов, табло, мнемосхем), распределением функций между человеком и техническими устройствами.

Пределы возможностей нервных механизмов человека-оператора, воспринимающего и перерабатывающего информацию, во многих случаях должны учитываться при построении технических устройств.

Оператор в системе «человек-машина» получает информацию, как правило, в закодированном виде с помощью формализованных сигналов. Это означает, что состояние управляемого объекта отображается с помощью показаний приборов, сигнальных индикаторов и т.п. При этом каждому показанию этих средств отображения информации соответствует определенное состояние управляемого объекта.

Одним из основных показателей работы оператора является скорость, с которой он передает информацию от органов индикации на органы управления. Этот показатель наряду с показателями быстродействия технических элементов определяет быстродействие всей системы «человек-машина». Показателем быстродействия этой системы является время цикла регулирования, т.е. время прохождения информации по замкнутому контуру «человек-машина».

Это время равно

$$T_{\text{ц}} = \tau_{\text{оп}} + \sum_{i=1}^n \tau_{\text{Mi}} \quad , \quad (3.1)$$

где $\tau_{оп}$ — время обработки информации (решения задачи управления) оператором;

τ_{Mi} — время задержки информации в i -м звене машины;

n — число машинных звеньев.

Для большинства систем «человек-машина» исходя из условий их применения и характера решаемых задач обычно бывает известным или заданным допустимое время цикла регулирования $T_{доп}$. Тогда при известных значениях τ_{Mi} (а для большинства технических элементов они известны) требуемое быстродействие оператора определяется из условия

$$\tau_{оп} \leq T_{доп} - \sum_{i=1}^n \tau_{Mi} \quad (3.2)$$

При выполнении условия (3.2) оператор обеспечивает требуемое быстродействие системы «человек-машина». Однако для того чтобы проверить выполнение условия (3.2), необходимо знать время $\tau_{оп}$. Для реально существующих систем это время может быть определено экспериментальным путем. При проектировании системы «человек-машина», когда будущая система существует еще в чертежах, величина $\tau_{оп}$ находится расчетным (аналитическим) путем с помощью одного из возможных методов прогнозирования времени решения задачи оператором. В инженерной психологии часто применяются следующие методы прогнозирования: сетевой, последовательно структурный, информационный.

Сущность сетевого метода состоит в том, что деятельность оператора представляется в виде сетевой модели. Работами сетевой модели являются различного рода операции (перцептивные, мыслительные, двигательные), выполняемые оператором. Событиями модели являются моменты окончания выполнения этих операций. Время решения задачи определяется продолжительностью критического пути. Сетевой метод при правильном его применении наиболее полно отражает психофизиологическую сущность деятельности оператора (последовательно-параллельный характер выполнения отдельных элементарных операций).

При применении последовательно-структурного метода время определяется как сумма временных затрат на выполнение отдельных операций. Следовательно, в этом случае деятельность оператора представляется в виде цепочки последовательно выполняемых элементарных операций (снятие показаний с прибора, проверка логических условий, движение руки, включение тумблера и т.п.). По сравнению с сетевым, данный метод дает завышенные значения времени $\tau_{оп}$. Однако в ряде случаев это не является препятствием для применения метода. Например, если условие (3.2) выполняется при применении последовательно-структурного метода, то оно тем более будет выполняться при использовании меньших по величине значений $\tau_{оп}$.

В основе информационного метода лежит наличие линейной зависимости между временем решения задачи оператором и количеством перерабатываемой при этом информации. Для вычисления времени $\tau_{оп}$ используется формула

$$\tau_{оп} = a + b \cdot H = a + \frac{H}{V_{оп}} \quad , \quad (3.3)$$

где a — время простой реакции;

b — время переработки одной двоичной единицы информации;

$V_{оп}$ — скорость переработки информации оператором;

H — количество информации, перерабатываемой оператором.

Теоретически значения a лежат в пределах от 0,2 до 0,6 с в зависимости от вида реакции. Значения $V_{оп}$ составляют 2 – 4 дв.ед/с. Графически зависимость (3.3) изображена на рис. 3.1. Величина a представляет собой точку на оси ординат при $H=0$.

Величина $V_{оп}$ графическим способом определяется по формуле

$$V_{оп} = \frac{\Delta H}{\Delta \tau} = \frac{4 - 2}{1,8 - 1,0} = \frac{2}{0,8} = 2,5 \text{ дв.ед/с} \quad . \quad (3.4)$$

Величина $V_{оп}$ зависит от структуры информационного поля (степени совмещения стимула и реакции), тренированности оператора, его функционального состояния и т.д. При увеличении $V_{оп}$

уменьшается угол наклона прямой по отношению к оси абсцисс (прямая 2 по отношению к прямой 1 на рис.3.1).

Количество перерабатываемой человеком информации в общем случае находится по формуле

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \log_2 P_i, \quad (3.5)$$

где P_i – вероятность появления i -го сигнала;

n – общее число различных сигналов.

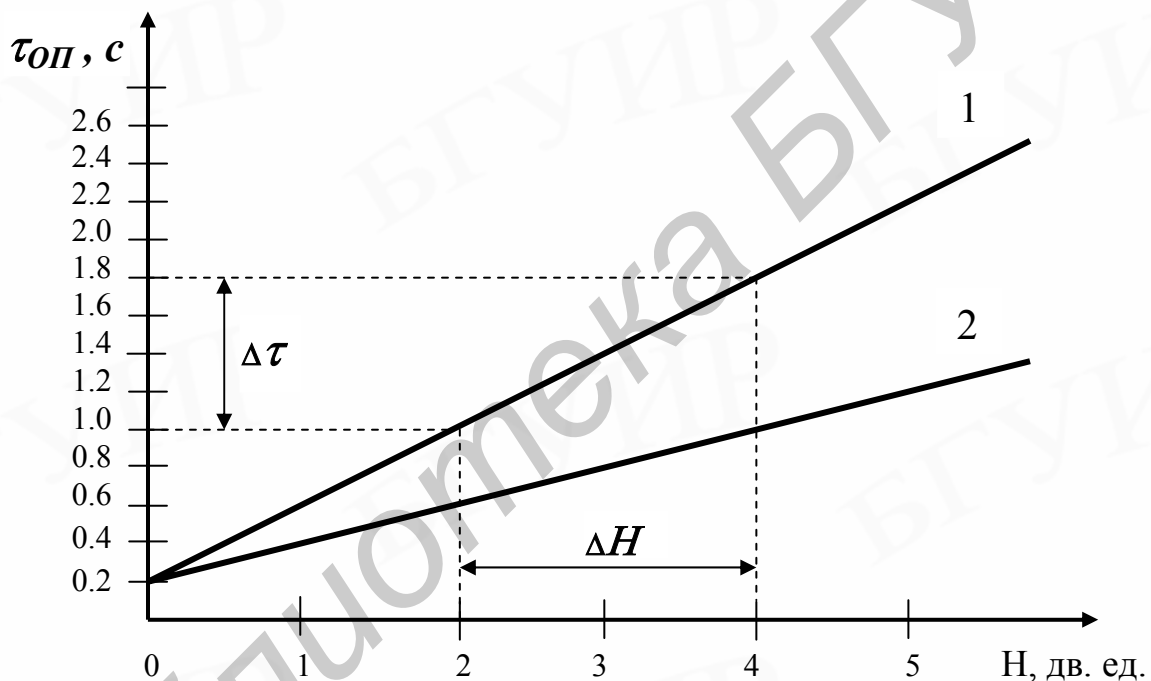


Рис. 3.1. Зависимость времени решения задачи оператором от количества перерабатываемой информации

При равновероятном поступлении сигналов ($P_i=1/n$) количество перерабатываемой человеком информации достигает максимальной величины (для данных условий) и, как это следует из выражения (3.5), при $P_i=1/n$ равно

$$H = \log_2 n. \quad (3.6)$$

Ввиду относительной простоты информационный метод находит довольно широкое применение для определения времени решения задачи оператором. Именно этот метод и исследуется в процессе выполнения данной практической работы. Основным недостатком метода является относительно низкая точность, обусловленная трудностями применения информационных методов, разработанных в классической теории связи, для определения количества информации, перерабатываемой человеком-оператором.

В ряде случаев, особенно при работе по заранее определенному алгоритму, деятельность оператора может быть представлена как совокупность последовательно осуществляемых реакций.

Реакция человека на формализованные сигналы может быть простой и сложной. Простая реакция заключается в том, что человек производит вполне определенное действие (нажатие кнопки, включение тумблера) в ответ на поступление заранее известного сигнала. Время простой реакции определяется временем восприятия сигнала (латентным, или скрытым временем реакции) и временем осуществления моторного акта, связанного с движением руки к органу управления и манипулированием им. Следовательно, время простой реакции равно

$$\tau_{ПР} = \tau_B + \tau_M, \quad (3.7)$$

где τ_B — время восприятия сигнала;

τ_M — время осуществления моторного акта.

Сложная реакция (реакция выбора) заключается в том, что оператор должен в ответ на каждый из возможных сигналов осуществить то или иное действие, вполне определенное для каждого из этих сигналов. В этом случае оператор должен не только обнаружить появление сигнала, но еще и выделить его среди какого-то количества других возможных сигналов (т.е. осуществить выбор нужного сигнала), принять решение по осуществлению того или иного управляющего воздействия и после этого осуществить его. Время сложной реакции (τ_{CP}) будет отличаться от предыдущего и определяться следующим выражением:

$$\tau_{CP} = \tau_B + \tau_P + \tau_{П} + \tau_M, \quad (3.8)$$

где τ_P — время принятия решения;

$\tau_{П}$ — время поиска и обнаружения нужного органа управления.

Значение отдельных составляющих, входящих в выражение (3.8), а следовательно, и общее время реакции зависит от количества поступающей информации в соответствии с выражением (3.3). Практической целью работы и является экспериментальная проверка (на примере реакции выбора) этой зависимости.

В работе исследуется зависимость быстродействия оператора от количества перерабатываемой информации и определяются количественные значения величин, входящих в выражение (3.3), для конкретных условий эксперимента и информационного табло.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Запустить на ЭВМ соответствующую программу.
3. Изучить правила работы с программой (справку о программе).
4. Провести 1 – 2 тренировочных прогона программы и убедиться в правильности работы с ней для получения требуемых экспериментальных результатов.
5. Определить время простой реакции для одной альтернативы сигнала.
6. Определить время сложной реакции для различного числа альтернатив сигналов и числа измерений по каждой альтернативе.
7. Определить количество информации для каждой альтернативы сигналов по формуле (3.6).
8. Построить графическую зависимость времени реакции от количества поступившей информации.
9. Рассчитать скорость переработки информации по построенной графической зависимости.
10. Получить аналитическую зависимость вида (3.3) для исследуемого вида информационного табло.
11. Оформить отчет и защитить работу.

4. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам, и содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения и защиты работы;
- описание порядка выполнения работы с приведением исходных данных, экспериментальных результатов, графических зависимостей и результатов расчета;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Как определяется требуемое быстродействие оператора?
2. Какие существуют методы для определения требуемого времени решения задачи управления оператором?
3. Как по экспериментальным данным рассчитывается скорость переработки информации оператором?
4. От каких факторов зависит скорость переработки информации оператором?
5. Чем отличается сложная реакция от простой?
6. Из каких составляющих состоит простая и сложная реакция?

Практическая работа № 4

Исследование сенсомоторной реакции человека-оператора

1. Цель работы

Исследование влияния числа альтернатив сигналов и амплитуды движения руки оператора на общее время сложной реакции человека-оператора и ее отдельные составляющие.

2. Теоретическая часть

Время реакции человека-оператора на сигналы различной модальности является суммой нескольких составляющих, которые могут быть объединены в две группы: сенсорная составляющая (латентный период) t_1 и моторная составляющая (двигательная реакция) t_2 , т.е.

$$t_P = t_1 + t_2 \quad (4.1)$$

Время t_1 включает в себя следующие составляющие: время зрительного поиска (наведение глаз на нужный индикатор), время фиксации и установки глаз в положение, обеспечивающее восприятие, собственно время восприятия, время декодирования воспринятого признака, время переработки информации и принятия решения.

После того как решение принято, начинается ответная реакция – двигательная (моторная) или речевая. Время t_2 состоит из следующих составляющих: времени поиска органа управления, времени движения руки к органу управления, времени осуществления управляющего воздействия (нажатие кнопки, включение тумблера).

При анализе реакции оператора необходимо иметь в виду, что движения в той или иной степени осуществляются под контролем зрительной системы. Многие элементы программы двигательного акта формируются еще до начала движения, по отношению к которому зрительная система выступает в роли задающего устройства. Таким образом, сенсорная и моторная составляющие времени реакции имеют на оси времени общий участок, т.е. частично перекрываются. Однако для выполнения условия (4.1) предполагаем, что длина этого участка равна нулю.

Сенсорная составляющая связана со временем, необходимым для перцептивных (чувственных) или познавательных процессов, и частично зависит от готовности оператора, складывающейся до появления сигнала и обусловленной знанием о вероятностях появления сигналов. Это время в значительной степени зависит от числа альтернатив входного сигнала и вероятностей их появления, а также от модальности сигнала и его интенсивности.

Моторная составляющая связана с длительностью тех процессов в двигательной системе, которые необходимы для регуляции временных и пространственных параметров движения. Эти процессы начинаются сразу после принятия решения о движении. Моторная составляющая в значительной степени зависит от амплитуды движения и размера органа управления:

$$t_2 = a + b \log_2 \frac{2A}{W} = a + bT, \quad (4.2)$$

где a и b – константы;

A – амплитуда движения;

W – размер органа управления;

T – комплексный показатель трудности.

Таким образом, время восприятия t_1 и время движения t_2 независимо друг от друга подвергаются влияниям степени неопределенности относительно стимула к движению (числа альтернатив сигналов и их вероятностей) и степени неопределенности, присущей самому процессу движения (параметры A и W).

Для деятельности оператора характерны два режима осуществления сложных сенсорных реакций.

В первом случае перед началом дискретного движения глаза неподвижны (режим зрительной фиксации), а рука находится в покое. Например, оператор должен вести непрерывное наблюдение за некоторым узким участком индикатора и в то же время реагировать на появление сигналов вне участка. При этом соотношение между всей площадью индикатора и площадью контролируемого участка может быть довольно большим. Этот режим работы называется режимом фиксации.

Во втором случае глаза оператора свободно рассматривают некоторое информационное поле, а рука или неподвижна, или занята каким-то побочным движением. Эта ситуация возникает тогда, когда

оператор должен вести наблюдение за несколькими индикаторами одновременно и реагировать только в том случае, если на одном из них произошло критическое изменение некоторого параметра. В отличие от первого случая соотношение между площадями индикатора и контролируемого участка может быть малым. Этот режим работы называется свободным режимом.

Исследования показывают, что латентный период времени реакции при прочих равных условиях значительно меньше при наблюдении в свободном режиме, чем в режиме фиксации. Его величина зависит от эксцентриситета стимула (наблюдается медленное увеличение латентного периода с ростом угла проекции стимула на сетчатку). Это увеличение более выражено в режиме фиксации, чем в режиме свободного наблюдения. За пределами зоны ясного видения (при угле проекции стимула на сетчатку $>45^{\circ}$) это увеличение проявляется наиболее сильно.

Время движения при прочих равных условиях также существенно меньше в свободном режиме по сравнению с режимом фиксации. Его величина зависит от направления движения: движения вправо и вниз протекают быстрее, чем влево и вверх. Эта зависимость наблюдается в обоих режимах работы. Время движения линейно зависит также от амплитуды движения (с увеличением амплитуды время движения увеличивается). Однако в явном виде эта зависимость проявляется лишь для свободного режима. В режиме фиксации время движения линейно, зависит в соответствии с формулой (4.2) от комплексного показателя трудности T .

Значительный интерес представляют результаты, свидетельствующие об уменьшении обеих составляющих времени реакции в свободном режиме по сравнению с режимом фиксации. В этом проявляется функциональное единство сенсорных и моторных процессов. В ответ на изменение режима наблюдения появляются качественные и количественные изменения в моторной деятельности. Это как раз и свидетельствует об участии параллельно действующих каналов, имеющих общие временные участки.

Общее время реакции зависит также от сложности выбора нужного сигнала на информационном поле. В качестве меры сложности может быть принято количество поступающей к оператору информации. Общее время реакции увеличивается в этом случае за счет ла-

тентного периода, время же моторного акта мало зависит от количества поступающей к оператору информации.

В работе исследуется влияние числа альтернатив сигналов и амплитуды движения руки оператора на время восприятия, время движения и общее время реакции оператора.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Запустить на ЭВМ соответствующую программу.
3. Изучить правила работы с программой (справку о программе).
4. Провести 1 –2 тренировочных прогона программы и убедиться в правильности работы с ней для получения требуемых экспериментальных результатов.
5. Получить данные для построения зависимостей времени восприятия, времени движения и общего времени реакции от числа альтернатив сигналов для различных значений амплитуд движения руки и числа измерений.
6. Получить данные для построения зависимостей времени восприятия, времени движения и общего времени реакции от амплитуды движения руки для различных значений альтернатив сигналов и числа измерений.
7. Построить по полученным результатам графические зависимости, проанализировать их и сделать выводы.
8. Оформить отчет и защитить работу.

4. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам, и содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения и защиты работы;
- описание порядка выполнения работы с приведением исходных данных, экспериментальных результатов, графических зависимостей и результатов их анализа;
- выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Из каких составляющих состоит время реакции оператора?
2. Из каких составляющих состоит латентный период сенсомоторной реакции?
3. Из каких составляющих состоит двигательная (моторная) реакция?
4. От каких факторов зависит сенсорная составляющая времени реакции оператора?
5. От каких факторов зависит моторная составляющая времени реакции оператора?
6. Какая взаимосвязь существует между двумя составляющими сенсомоторной реакции?
7. Какие существуют режимы работы оператора при осуществлении сложных реакций?

Практическая работа № 5

Исследование процессов восприятия знаковой информации человеком-оператором

1. Цель работы

Исследование процессов восприятия цифровой информации в зависимости от яркости, контраста, размера отображаемых знаков и определение допустимых условий предъявления оператору знаковой информации на экране монитора ЭВМ.

2. Теоретические сведения

На качество восприятия знаковой информации с экрана монитора ЭВМ влияет целый ряд факторов: яркость и контраст знаков, их геометрические размеры, формат знаков, время предъявления.

Яркостью называется сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении с единицы светящейся поверхности. В общем случае яркость имеет две составляющие, которые создаются за счет излучения и отражения внешнего света.

Поскольку в поле зрения оператора одновременно могут попадать предметы с разной яркостью, в инженерной психологии вводится понятие адаптирующей яркости. Ею называется средневзвешенное значение яркостей, попадающих в поле зрения. Обычно на эту яркость адаптирован (настроен) зрительный анализатор человека. Наиболее благоприятные условия для работы оператора создаются при яркостях адаптации от нескольких десятков до нескольких сотен кандел на квадратный метр.

Контрастом знака называется отношение разности яркости знака и фона к большей яркости. Различают два вида контраста: прямой (знаки темнее фона) и обратный (знаки ярче фона). Количественно контраст выражается формулами

$$K_{\text{ПР}} = \frac{V_{\Phi} - V_{\text{ЗН}}}{V_{\Phi}}; \quad K_{\text{ОБ}} = \frac{V_{\text{ЗН}} - V_{\Phi}}{V_{\text{ЗН}}}, \quad (5.1)$$

где V_{Φ} – яркость фона;
 $V_{\text{ЗН}}$ – яркость знака.

Наилучшие условия для зрительного восприятия создаются при контрасте в пределах от 0,6 до 0,95. При меньших значениях контраста знаки плохо выделяются на окружающем фоне, при больших значениях возникает большой перепад в яркости фона и знака, что вызывает нежелательное явление – ослепление.

Работа с прямым контрастом более благоприятна для человека. В этом случае развивается меньшее зрительное утомление, чем при работе с обратным контрастом. Изображение на экране дисплея может иметь как прямой, так и обратный контраст.

Качество восприятия информации зависит также от размеров отображаемых знаков. Эти размеры выражаются обычно в угловых величинах. Для установления взаимной связи между угловыми и линейными величинами можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$h = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad (5.2)$$

$$\alpha = 2 \cdot \operatorname{arctg} \frac{h}{2 \cdot l}, \quad (5.3)$$

где h — линейный размер знака;

α — угловой размер знака;

l — расстояние от оператора до экрана дисплея.

Для простых знаков, не имеющих внутренних опознавательных элементов (например геометрических фигур), минимально рекомендуемый угловой размер знака составляет 10' – 15'. Для сложных знаков с внутренними опознавательными элементами этот размер составляет 30' – 40'. К числу таких знаков относятся, например, цифры и буквы. Указанные размеры являются ориентировочными и могут меняться в зависимости от конкретных условий наблюдения (яркости, контраста, расстояния и т.п.). Так, например, с уменьшением контраста минимальное время реакции достигается для знаков больших размеров. После достижения некоторого минимального уровня среднее значение времени реакции остается практически неизменным, поэтому дальнейшее увеличение размеров знаков не сказывается на качестве работы оператора.

Определенное влияние на качество восприятия оказывает формат знака, под которым понимается отношение ширины знака к его высоте. Наиболее предпочтительные форматы $2/3$, $3/4$, $5/7$. Расстояние между двумя соседними знаками в строке в зависимости от вида контраста, яркости знаков, дистанции наблюдения должно составлять от $1/4$ до $1/2$ высоты знака. При этом меньшие расстояния рекомендуются для более светлых знаков.

Толщина обводки контура знака должна быть в пределах от $1/6$ до $1/13$ от высоты знака. Более яркие (светлые) знаки при этом рекомендуется изображать более тонкими линиями.

На качество восприятия информации оказывает влияние также время экспозиции знаков. Минимально необходимое для безошибочного восприятия время экспозиции зависит от ряда факторов: яркости и контраста знаков, их угловых размеров, дистанции наблюдения.

В работе исследуется влияние размеров, контраста и времени экспозиции знаков на время реакции оператора и безошибочность его работы.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Запустить на ЭВМ соответствующую программу.
3. Изучить правила работы с программой (справку о программе).
4. Провести 1 – 2 тренировочных прогона программы и убедиться в правильности работы с ней для получения требуемых экспериментальных результатов.
5. Рассчитать контрольное расстояние от монитора до глаз оператора и установить монитор на это расстояние.
6. Получить данные для построения зависимостей времени реакции от угловых размеров знака для различных значений коэффициента контраста и различного числа измерений при постоянном (бесконечном) времени экспозиции.
7. Получить данные для построения зависимостей времени реакции от коэффициентов контраста знака для различных значений углового размера и числа измерений при постоянном (бесконечном) времени экспозиции.

8. Получить данные для построения зависимостей числа ошибок от времени экспозиции знака для различных значений коэффициента контраста и числа измерений при оптимальном угловом размере знака (30' – 40').

9. Построить по полученным результатам графические зависимости, проанализировать их и сделать выводы.

10. Оформить отчет и защитить работу.

3. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам, и содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения и защиты работы;
- описание порядка выполнения работы с приведением исходных данных, экспериментальных результатов, графических зависимостей и результатов их анализа;
- выводы по работе.

4. Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на качество восприятия знаковой информации?

2. Что такое адаптирующая яркость?

3. Какие виды контраста существуют и как они определяются?

4. Какова взаимосвязь между высотой, угловым размером знака и расстоянием до него?

5. Какие оптимальные требования (контраст, угловой размер, формат, толщина контура) предъявляются к знакам?

Литература

1. Лабораторный практикум по основам инженерной психологии: Учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. Б.А. Душкова. — М.: Высш. шк., 1983. — 240 с.
2. Основы инженерной психологии: Учебник для техн. вузов / Под ред. Б.Ф. Ломова. — М.: Высш. шк., 1986. — 448 с.
3. Справочник по инженерной психологии /Под ред. Б.Ф. Ломова.— М.: Машиностроение, 1982. — 368 с.
4. Алефиренко В.М., Шамгин Ю.В. Инженерно-психологическое проектирование лицевых панелей РЭС: Метод. пособие по курсу «Инженерная психология» для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС». — Мн.: БГУИР, 1996. — 36 с.
5. Алефиренко В.М., Шамгин Ю.В. Лабораторный практикум по курсу «Эргономика и инженерная психология» для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС». — Мн.: БГУИР, 1997. — 36 с.

Учебное издание

**Алефиренко Виктор Михайлович,
Шамгин Юрий Васильевич**

Инженерная психология

Практикум для студентов специальностей
«Проектирование и производство РЭС»,
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»,
«Техническое обеспечение безопасности»
дневной, вечерней и заочной форм обучения

Редактор Т.Н. Крюкова
Корректор Н.В. Гриневич

Подписано в печать 01.02.0225.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,7.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 300 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,21.
Заказ 562.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0133108 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6