

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ШГУПС)**

**БРЯНСКИЙ ФИЛИАЛ ШГУПС**

**Методическая разработка**

**Рабочая тетрадь по практическим занятиям по дисциплине  
ОП.14 Основы эргономики**

г.Брянск

2017г.

Рабочая тетрадь по проведению практических занятий разработана в соответствии с требованиями ФГОС СПО. Практические занятия выполняются студентами в процессе теоретического обучения после изучения соответствующих тем программы с целью практического закрепления знаний. В работе раскрывается систематизированный подход к организации самостоятельной работы обучающихся профессиональных образовательных организаций. Практическая работа организуется на основе деятельностного и компетентного подходов к реализации образовательных программ. Указаны виды практических работ для организации учебной и самостоятельной деятельности обучающихся.

Рабочая тетрадь адресована студентам Брянского филиала ПГУПС, обучающимся по специальности 23.02.01. «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)».

*Автор : Прудникова Татьяна Владимировна – преподаватель высшей категории БФ ПГУПС*


*Рецензент : Ермакова Татьяна Александровна - преподаватель высшей категории БФ ПГУПС*

Рассмотрены и одобрены на заседании ЦК специальных дисциплин

Протокол № 1 от 29.08.2017г.

РЕКОМЕНДОВАНЫ К утверждению на заседании методического совета.

Протокол № 1 от 30.08.2017

Председатель методического совета  И.Е. Мариненков

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА 1»  
БРЯНСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

## **РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

*по практическим занятиям*

*по дисциплине*

## **ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ**

**БФПУ. 23.02.01.**

*Проверил преподаватель  
Прудникова ТВ*

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*Выполнил студент  
Группы БРОП-*

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Пояснительная записка

В результате освоения учебной дисциплины «Основы эргономики» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС СПО по специальности 23.02.01 «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)» следующими:

### **умениями:**

- У1. проводить оценку тяжести труда и функциональных состояний работающего человека;
- У2. определять пропускную способность человека-оператора по приему и переработке информации;
- У3. определять характеристику информационной деятельности человека-оператора;
- У4. проводить расчет эргономических характеристик табло и пульта дежурного по станции;
- У5. проводить сравнительный расчет затрат труда поездного диспетчера.

### **знаниями:**

- З1. предмета, задач и целей эргономики;
- З2. принципов эргономического анализа трудовой деятельности;
- З3. категорий тяжести труда и функциональных состояний работающего человека;
- З4. психологического обеспечения эргономических систем;
- З5. требований к системе «человек-машина-среда»;
- З6. АРМ на железнодорожном транспорте.

которые формируют

### **профессиональные компетенции (СПО):**

ПК 1.1. Выполнять операции по осуществлению перевозочного процесса с применением современных информационных технологий управления перевозками.

ПК 1.2. Организовывать работу персонала по обеспечению безопасности перевозок и выбору оптимальных решений при работах в условиях нестандартных и аварийных ситуаций.

ПК 1.3. Оформлять документы, регламентирующие организацию перевозочного процесса.

ПК 2.1. Организовывать работу персонала по планированию и организации перевозочного процесса.

ПК 2.3. Организовывать работу персонала по техническому обслуживанию перевозочного процесса.

### **общие компетенции (СПО):**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БФПУ. 23 02 01. . ПЗ					



# Перечень практических занятий

**Практическое занятие 1.** Оценка тяжести труда и мероприятия по его снижению

**Практическое занятие 2.** Определение пропускной способности человека-оператора по приему и переработке информации

**Практическое занятие 3.** Определение характеристики информационной деятельности человека-оператора

**Практическое занятие 4.** Расчет эргономических характеристик табло и пульта дежурного по станции

					<b>БФПУ. 23 02 01. . ПЗ</b>						
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>							
Разраб.					<b>Основы эргономики</b>						
Провер.											
Реценз.											
Н. Контр.											
Утверд.											
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Лит.</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Лист</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Листов</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>									
					<b>БРОП-</b>						







перерабатываемой информации, режим труда и отдыха, нервно-эмоциональная нагрузка, интеллектуальная нагрузка.

Под воздействием различных производственных вредностей непосредственно в процессе труда в течение ряда лет работы в данных условиях формируется одно из трех качественно определенных функциональных состояний организма: нормальное, пограничное (между нормой и патологией) и патологическое. Характерные признаки каждого из трех функциональных состояний организма могут служить физиологической шкалой при определении тяжести работ. Указанные признаки явились основным критерием в разработанной классификации, которая в зависимости от степени воздействия условий труда на человека выделяет 6 категорий тяжести работ.

К первой категории тяжести \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Ко второй категории тяжести \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

К третьей категории тяжести \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## 2. Практическая часть.

Классификация работ по тяжести, а также интегральная оценка тяжести труда, рассчитанная в зависимости от среднего значения элементов условий труда на рабочем месте для каждой категории тяжести труда, имеют большое практическое значение и должны повсеместно использоваться в оперативной работе по охране труда. При проведении аттестации рабочих мест необходимо всесторонне анализировать состояние условий труда как на отдельных рабочих местах, так и в целом по участкам или цехам, чтобы разработать комплекс мероприятий по снижению тяжести труда. Приоритет должен отдаваться мероприятиям, способствующим уменьшению запыленности и загазованности производственных помещений, снижению уровня шума и вибрации, нервно-эмоциональных и физических нагрузок и охватывающим большие контингенты работающих. Проведение незначительных улучшений на отдельных рабочих местах или дополнительные затраты на индивидуальные средства защиты являются малоэффективными, а зачастую не снижают неблагоприятного влияния производственных вредностей на работоспособность, здоровье человека и даже

Проводим оценку факторов условий труда до и после проведения мероприятий (указываем в скобках по заданию).

Устанавливаем определяющий показатель до и после проведения мероприятий.

Средняя арифметическая из суммы биологически значимых элементов условий труда, исключая определяющий составляет:

до проведения мероприятий

$$L' = \Sigma P_{p/d} / n_{p/d}$$

после проведения мероприятий

$$L'' = \Sigma P_{p/n} / n_{p/n}$$

где  $\Sigma P_{p/d}$  – сумма биологически значимых элементов условий труда до проведения мероприятий;

$n_{p/d}$  – общее количество биологически значимых элементов условий труда до проведения мероприятий;

$\Sigma P_{р/п}$  – сумма биологически значимых элементов условий труда после проведения мероприятий;

$P_{р/п}$  - общее количество биологически значимых элементов условий труда после проведения мероприятий.

до проведения мероприятий

$$L' =$$

после проведения мероприятий

$$L'' =$$

Интегральный показатель категории тяжести труда определяется по формуле

$$I_m(K_{\Sigma КТ}) = 10 \left[ K_{on} + \left( L \times \frac{6 - K_{on}}{6} \right) \right],$$

где  $I_m(K_{\Sigma КТ})$  - интегральный показатель категории тяжести труда;

$K_{on}$  - определяющий ("ведущий", имеющий наибольший балл) элемент условий труда на рабочем месте;

$L$  - средняя арифметическая из суммы всех биологически значимых элементов условий труда, исключая определяющий.

Рассчитаем интегральный показатель категории тяжести труда

- до проведения комплекса мероприятий

$$I'_m =$$

- после проведения комплекса мероприятий

$$I''_m =$$

В соответствии с величиной интегрального показателя условиям труда (работе) присваивается та или иная категория тяжести.

Интегральный показатель тяжести труда позволяет определить влияние условий труда на работоспособность человека.

Для этого сначала исчисляется степень утомления в условных единицах по формуле

$$Y = \frac{I_m - 15.6}{0.64},$$

где 15.6 и 0.64 - коэффициенты регрессии.

Степень утомления (в условных единицах) рассчитываем

- до проведения комплекса мероприятий:

$$Y' =$$

- после проведения комплекса мероприятий:

$$Y'' =$$

Зная степень утомления, можно определить работоспособность - величину, противоположную утомлению, по формуле (%)

$$R = 100 - Y.$$

Определяем работоспособность

- до проведения комплекса мероприятий:

$$R' =$$

- после проведения комплекса мероприятий:

$$R'' =$$

Соответственно можно определить, как изменилась работоспособность при изменении тяжести труда и как это повлияло на его производительность определяется по формуле

$$П_{ИТ} = 100 \times 0.2 \times \left( \frac{R_2}{R_1} - 1 \right)$$

где  $R_1$  и  $R_2$  - работоспособность в условных единицах до и после

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>БФПУ. 23 02 01. . ПЗ</b>					





### Категории оценки условий труда на рабочих местах по санитарно-гигиеническим факторам

Оценка факторов условий труда	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Токсические вещества (кратность превышения ПДК)	Промышленная пыль (кратность превышения ПДК)	Вибрация, кратность колебательной скорости (кратность превышения ПДК)	Шум, уровень звука, дБА
<b>1</b>	18–20	40–54	< 0,2	< 0,8	< 0,8	< 1,0	< 68
<b>2</b>	21–22	55–60	0,2–0,3	0,8–1,0	0,8–1,0	1,000–1,075	68–85
<b>3</b>	23–28	61–75	0,4–0,7	1,0–2,5	до 5	1,075–1,170	86–90
<b>4</b>	29–32	76–85	0,8–1,2	2,5–4,0	до 10	1,170–1,230	91–99
<b>5</b>	33–35	> 85	1,3–1,7	4,0–6,0	до 50	1,230–1,440	100–110
<b>6</b>	> 35	–	> 1,7	> 6,0	>	> 1,440	> 110

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БФПУ 23. 02. 01. . ПЗ	Лист
------	------	----------	---------	------	-----------------------	------



## Практическое занятие 2

**Тема:** Определение пропускной способности человека-оператора по приему и переработке информации

**Цель:** научиться определять пропускную способность человека-оператора по приему и переработке информации

**Коды проверяемых профессиональных и общих компетенций:** ПК 1.1-1.2, ПК 2.1-2.2, 3.3, ОК 1-10

**Коды проверяемых результатов обучения:** 34, У2

### Вариант

### Исходные данные

1. Теоретическая часть.

- изучить и выписать показатели надежности и эффективности деятельности оператора системы «человек—машина»

2. Практическая часть.

Выполнить расчет пропускной способности человека-оператора по приему и переработке информации. Исходные данные для определения пропускной способности человека-оператора приведены в таблице.

Закон распределения длительности времени обслуживания	Количественные характеристики обслуживания требований	
	среднее время обслуживания одного требования в системе $t_{\text{обсл}}^c$	среднеквадратическое отклонение времени обслуживания $\sigma_{\text{обсл}}^c$

Для всех вариантов продолжительность рабочей смены равна 12 часам, число требований, поступивших за период трудовой деятельности  $N_{\text{Тр}} = 700$

### Выполнение практического занятия:

1. Теоретическая часть.

Одной из важнейших задач эргономики является \_\_\_\_\_

Пропускная способность человека-оператора – \_\_\_\_\_

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>БФПУ. 23 02 01. . ПЗ</b>					/

Пропускная способность характеризует степень приспособленности человека к потоку информации.

Пропускная способность является функцией большого количества факторов. Она зависит от возможности органов чувств по обнаружению, различению и опознанию сигналов, типа и характера решаемой задачи, роли степени участия оператора в работе человеко-машинной системы, объёма и вида выводимой на средства отображения информации, способа кодирования, значимости поступающих сигналов, наличия помех, уровня тренированности, работоспособности, состояния среды и других параметров. В системах управления человек и техническое средство выступают как союзники, и их действия направлены на достижение общей цели. В связи с этим такие человеко-машинные системы удобно рассматривать в качестве системы массового обслуживания (СМО), для которой потоком требований (заявок), могут быть члены алгоритма трудовой деятельности. Под эффективностью деятельности оператора в автоматизированной системе управления (АСУ) следует понимать \_\_\_\_\_

Надёжность характеризует \_\_\_\_\_

Любые нарушения в работе системы, вызывающие частичную или полную утрату ее работоспособности, определяются как отказ.

Отказ в работе оператора — \_\_\_\_\_

Отказ может быть временным **неустойчивым** — ошибкой; временным **устойчивым**, для устранения которого требуется предоставление специального времени или условий; **окончательным** (неустранимым); оперативным, заключающимся в недостижении цели из-за дефицита времени.

Под ошибкой понимают \_\_\_\_\_

Ошибки, допускаемые человеком, делят на группы: по времени выполнения

действий, самим действиям и грубые; закономерные и случайные; систематические и случайные; психологические, физиологические и демографические.

Различают психологическую, физиологическую и демографическую надежности человека. Психологическая надежность учитывает только временные неустойчивые отказы, физиологическая — только временные устойчивые, демографическая — только окончательные отказы.

Для практических целей имеют значение характеристики психологической и физиологической надежностей, которые зависят от структуры трудовой деятельности человека, условий его труда и отдыха.

В целом, надежность человека определяется, \_\_\_\_\_

Надежность оператора СЧМ может быть охарактеризована следующими показателями:

\_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_.

## 2. Практическая часть.

1. Определяем закон распределения длительности времени обслуживания (по заданию) — \_\_\_\_\_.

2. Продолжительность рабочей смены —  $T_{Tp} = 12$  час. (по заданию), число требований, поступивших за период трудовой деятельности —  $N_{Tp} = 700$  (по заданию).

3. Количественные характеристики обслуживания требований:  
среднее время обслуживания одного требования в системе —  $t_{обсл} = \underline{\hspace{1cm}}$  с,  
среднеквадратическое отклонение времени обслуживания —  $\sigma_{обсл} = \underline{\hspace{1cm}}$  с.

4. Пропускную способность человека-оператора, которую может охарактеризовать коэффициент загрузки человека-оператора  $K_3$ , значение которого для эргатических систем диспетчерского типа не должно превышать 0,75.

$$K_3 = \frac{N_{Tp} t_c}{T_{Tp}} \leq 0,75,$$

где  $N_{Tp}$  — число требований, поступивших за период трудовой деятельности;

- $T_{Tr}$  - продолжительность периода трудовой деятельности (рабочая смена);  
 $t_c$  - среднее время нахождения требования в системе.

В противном случае сокращаются резервные возможности организма человека-оператора, что приводит к снижению работоспособности и продуктивности трудовой деятельности, увеличивает утомление и, соответственно, возрастает количество ошибок, цена которых в управляющих системах железнодорожного транспорта очень высока.

Среднее время нахождения требования в системе  $t_c$  определяется по формуле теории массового обслуживания

$$t_c = t_{обсл} + t_{ожж},$$

- где  $t_{обсл}$  - среднее время обслуживания одного требования в системе;  
 $t_{ожж}$  - среднее время ожидания обслуживания требования в системе.

Среднее время ожидания обслуживания требования в системе зависит от закона распределения длительности времени обслуживания. При этом работа диспетчера во взаимодействии с органами управления рассматривается как функционирование одноканальной системы массового обслуживания с одним обслуживающим прибором. Тогда среднее время ожидания обслуживания требования в системе  $t_{ожж}$  определяется по одной из следующих формул

Таблица

Закон распределения длительности времени обслуживания	Формула
Показательный	$t_{ожж} = \frac{\rho}{\mu - \lambda}$
Нормальный	$t_{ожж} = \frac{\rho}{2(\mu - \lambda)}$
Эрланга	$t_{ожж} = \frac{\rho(1 + \kappa)}{2\kappa(\mu - \lambda)}$
Произвольный	$t_{ожж} = \frac{\rho^2}{2\lambda(1 - \rho)} [1 + v_{обсл}^2]$

где  $\lambda$  – средняя интенсивность потока поступающих требований

$$\lambda = \frac{1}{I_{cp}};$$

$I_{cp}$  – средний интервал поступления требований в систему

$$I_{cp} = \frac{T_{тр}}{N_{тр}};$$

$\mu$  – интенсивность обслуживания

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}};$$

$\rho$  – загрузка системы массового обслуживания

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu};$$

$v_{обсл}$  – коэффициент вариации времени обслуживания

$$v_{обсл} = \frac{\sigma_{обсл}}{t_{обсл}};$$

$k$  – параметр Эрланга

$$k = \frac{1}{v_{обсл}^2}$$

Определяем:

– среднюю интенсивность потока поступающих требований

$$\lambda =$$

– средний интервал поступления требований в систему

$$I_{cp} =$$

– интенсивность обслуживания

$$\mu =$$

– загрузку системы массового обслуживания

$$\rho =$$

– коэффициент вариации времени обслуживания

$$v_{\text{обсл}} =$$

– параметр Эрланга

$$k =$$

– среднее время ожидания обслуживания требования в системе

$$t_{\text{ожс}} =$$

– среднее время нахождения требования в системе

$$t_c =$$

– коэффициент загрузки человека-оператора

$$K_3 =$$

Значение коэффициента загрузки человека-оператора для эргатических систем диспетчерского типа не должно превышать 0,75. Данное условие \_\_\_\_\_.

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Практическое занятие 3

**Тема:** Определение характеристики информационной деятельности человека-оператора

**Цель:** научиться определять характеристики надежности деятельности человека-оператора СЧМ

**Коды проверяемых профессиональных и общих компетенций:** ПК 1.1-1.3, 2.1, 2.3, ОК 1-10

**Коды проверяемых результатов обучения:** 31, 32, У1, У2

### Вариант

#### Исходные данные

1. Теоретическая часть.

- изучить и выписать основные требования к средствам отображения информации.

2. Практическая часть.

Выполнить расчет количественных характеристик показателей надежности оператора СЧМ.

Исходные данные для определения количественных характеристик показателей надежности оператора СЧМ приведены в таблице.

Таблица

Характеристика СЧМ	Обозначение характеристик СЧМ	Значение характеристик СЧМ
Наличие дефицита времени при обработке информации с вероятностью	$P_1$	
Наличие переполнения оперативной памяти с вероятностью	$P_2$	
Отсутствии информационной перегрузки с вероятностью	$P_3$	
Вероятность выдачи системой контроля сигнала об обнаруженной ошибке	$P_x$	
Вероятность обнаружения оператором сигнала системы контроля	$P_{обн}$	
Вероятность исправления ошибки при повторном решении задачи в течение времени $t_{л}$	$P_u(t_{л})$	
Условные вероятности безошибочной работы оператора в предположительных условиях работы:	$P_{оп/1}$	
	$P_{оп/2}$	
	$P_{оп/3}$	
Общее число решаемых задач	$N$	



Число задач, решаемых с ошибками	$m_{ош}$	
Число задач, решаемых несвоевременно	$m_{нс}$	
Время, в течение которого оператор не может принимать поступающую к нему информацию	$T_0$	
Общее время работы оператора	$T$	

### Выполнение практического занятия:

#### 1. Теоретическая часть.

Одной из важнейших задач эргономики является оценка согласованности потока перерабатываемой информации и пропускной способности человека.

Средства отображения информации (СОИ) предназначены \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Эти данные они предъявляют оператору в качественной и количественной форме. Они являются основным источником информации об управляемом объекте, а также материальной базой для реализации информационной модели, с которой работают операторы.

Информационная модель – \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

своеобразный имитатор существенно важных для управления свойств реальных объектов, т. е. тот источник информации, на основе которого оператор формирует образ реальной обстановки, анализирует и оценивает сложившуюся ситуацию, принимает решения обеспечивающие эффективную работу системы, а также оценивает результаты их реализации.

Создавая информационные модели, необходимо руководствоваться следующими эргономическими требованиями:

- к содержанию – \_\_\_\_\_;
- к количеству информации – \_\_\_\_\_;
- к форме и композиции – \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

По времени хранения информации различают \_\_\_\_\_

Кратковременная память, в свою очередь, подразделяется на \_\_\_\_\_

В непосредственной хранится почти вся информация, поступившая в какой-то момент времени на органы чувств, но недолго (фотография объекта).

Оперативная – способность человека сохранить текущую информацию, необходима для исполнения того или иного действия, на период времени, который требуется для решения задачи.

Соотношение между формами памяти зависит от решаемых в СЧМ задач и от структуры деятельности оператора.

## 2. Практическая часть.

Расчет количественных характеристик показателей надежности оператора СЧМ.

2.1. Определяем основной показатель безошибочности – вероятность безошибочного выполнения работы оператором

$$P_{бз} = \frac{m}{N},$$

где  $m$  – число правильно решенных задач

$$m = N - m_{ош} - m_{нс},$$

где  $m_{ош}$  – число задач, решаемых с ошибками;

$m_{нс}$  – число задач, решаемых несвоевременно;

$N$  – общее число решаемых задач.

Рассчитаем основной показатель безошибочности

$$m =$$

$$P_{бз} =$$

2.2. Определяем коэффициент готовности оператора к действию – вероятность включения человека в работу в любой произвольный момент времени

$$K_r = 1 - \frac{T_0}{T},$$

где  $T_0$  – время, в течение которого оператор не может принимать поступающую к нему информацию, мин.;

$T$  – общее время работы оператора, мин.

Рассчитаем коэффициент готовности оператора к действию

$$K_r =$$

2.3. Определяем основной показатель восстанавливаемости – вероятность исправления оператором допущенной ошибки

$$P_{\text{исп}} = P_x P_{\text{обн}} P_u(t_{\text{л}}),$$

где  $P_x$  – вероятность выдачи системой контроля сигнала об обнаруженной ошибке;

$P_{\text{обн}}$  – вероятность обнаружения оператором сигнала системы контроля;

$P_u(t_{\text{л}})$  – вероятность исправления ошибки при повторном решении задачи в течение времени  $t_{\text{л}}$ .

Рассчитаем основной показатель восстанавливаемости

$$P_{\text{исп}} =$$

2.4. Определяем основной показатель своевременности – вероятность решения задачи оператором за время меньше допустимого

$$P_{\text{св}} = 1 - \frac{m_{\text{нс}}}{N},$$

где  $m_{\text{нс}}$  – число задач, решаемых несвоевременно;

$N$  – общее число решаемых задач.

Рассчитаем основной показатель своевременности

$$P_{\text{св}} =$$

2.4. Определяем основной показатель надежности СЧМ – вероятность правильного (безошибочного) и своевременного решения задач управления системой

$$P_{\text{СЧМ}} = P_{\text{бз}} P_{\text{св}},$$

Рассчитаем коэффициент готовности оператора к действию

$$P_{СЧМ} =$$

2.5. Надежность деятельности человека изменяется с течением времени. Это обусловлено как изменениями условий деятельности, так и колебаниями состояния оператора. Под воздействием различных факторов СЧМ находится в разных состояниях, которым соответствует определенное значение надежности работы оператора.

С учетом этого определяем среднее значение вероятности безошибочной работы оператора

$$P_{\text{опер}} = (P_1 + P_2 + P_3)(P_{\text{оп/1}} + P_{\text{оп/2}} + P_{\text{оп/3}}),$$

- где
- $P_1$  – наличие дефицита времени при обработке информации с вероятностью;
  - $P_2$  – наличие переполнения оперативной памяти с вероятностью;
  - $P_3$  – отсутствие информационной перегрузки с вероятностью;
  - $P_{\text{оп/1}}, P_{\text{оп/2}}, P_{\text{оп/3}}$  – условные вероятности безошибочной работы оператора в предположительных условиях работы.

Рассчитаем среднее значение вероятности безошибочной работы оператора

$$P_{\text{опер}} =$$

**Вывод:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего предназначены средства отображения информации?
2. Что такое информационная модель?
3. Какими эргономическими требованиями необходимо руководствоваться, создавая информационные модели?
4. Как подразделяется информация по времени хранения?
5. Как подразделяется кратковременная память?
6. Что хранится в непосредственной памяти?
7. Что такое оперативная память?
8. То чего зависит соотношение между формами памяти?

					<b>БФПУ. 23 02 01. . ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## Практическое занятие 4

**Тема:** Расчет эргономических характеристик табло и пульта дежурного по станции

**Цель:** получить практические навыки по расчету эргономических характеристик табло и пульта дежурного по станции

**Коды проверяемых профессиональных и общих компетенций:** ПК 1.1-1.2, ПК 2.1-2.2, 3.3, ОК 1-10

**Коды проверяемых результатов обучения:** 34, У2

### Вариант

#### Исходные данные

Участковая станция «К» расположена на двухпутном участке А-Б и является станцией продольного типа (рис.1). На ней производятся:

- прием и отправление пассажирских и грузовых поездов;
- смена локомотивов и локомотивных бригад;
- расформирование и формирование сборных, вывозных, передаточных и участковых поездов;
- маневровое обслуживание грузовых фронтов общего и необщего пользования и другие операции.

На станции имеется электрическая централизация стрелок и сигналов, управление которыми осуществляется с пульта дежурного по станции.

Пульт ДСП включает выносное табло, на котором отображена мнемосхема участковой станции «К». Необходимо произвести расчет эргономических характеристик пульта управления с выносным табло.

В таблице 1 приведена среднестатистическая последовательность операций, выполняемых на участковой станции «К». Собственно последовательность операций представлена в двух-трехзначном коде.

Первая буква кода обозначает вид операции:

П – прием поезда на станцию;

О – отправление поезда со станции;

					БФПУ. 23 02 01. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		1







Таблица 2 – Расстояние между пультом управления и выносным  
табло (м)

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L	1.1	1.4	1.0	1.5	1.9	1.2	1.7	1.3	1.6	1.8

При сортировке состава грузового поезда его переставляют на вытяжной путь и сортируют через горку малой мощности (ГММ). В процессе сортировки вагоны поступают на пять путей сортировочного парка (1с–5с). Среднестатистическая последовательность постановки вагонов в составе выбирается из таблицы 3.

Таблица 3 – Последовательность постановки вагонов в  
расформированных составах

Порядковый номер вагона в составе	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	5	1	1	2	3	4	4	5	1
2	1	4	5	1	4	2	5	5	2	4
3	2	3	4	2	1	3	1	3	3	1
4	2	1	4	5	5	4	2	3	4	2
5	2	5	5	2	5	3	1	2	1	3
6	1	4	3	2	1	3	2	1	5	4
7	3	4	2	1	4	1	5	2	1	1
8	3	2	1	3	3	1	4	4	5	2
9	1	3	3	4	1	2	2	3	2	1
10	2	5	2	5	3	1	5	3	5	3
11	2	5	4	3	4	5	3	4	2	2
12	1	1	2	1	3	2	1	4	4	3
13	3	2	5	2	3	5	2	4	3	4
14	4	4	1	4	5	4	4	5	5	5
15	5	5	1	4	5	5	5	1	5	1
16	4	3	5	3	4	3	2	3	1	1
17	4	3	2	5	4	1	5	2	2	2
18	5	3	3	3	2	1	2	5	3	2
19	5	4	4	1	1	1	4	2	1	3
20	5	2	4	1	3	5	2	1	3	4
21	4	3	3	2	1	2	3	3	1	5
22	3	1	3	3	4	4	3	2	4	4
23	1	4	1	5	2	4	3	4	5	4
24	1	5	2	5	5	4	5	4	3	5

25	2	5	5	1	4	1	5	4	2	1
26	2	4	1	2	3	2	3	5	3	3
27	3	5	4	3	2	2	3	5	4	4
28	3	1	2	1	2	4	3	1	2	4
29	5	3	5	1	1	5	1	4	5	5
30	1	4	3	2	3	3	3	3	5	2
31	2	2	1	5	4	2	4	5	5	1
32	4	3	2	1	5	1	2	4	1	2

Таблица 4 – Антропометрические признаки, см

Измеряемая величина	Условное обозначение	Мужчины	Женщины
Высота глаз над уровнем пола	$h_{гд}$	118	110
Длина вытянутой руки	$l_{рук}$	75.4	70.3

Расстояние между органами управления (тумблерами и кнопками) на пульте ДСП одинаково и принимается по таблице 5 в зависимости от зоны размещения органов управления для тумблеров и кнопок.

Таблица 5 – Расстояние между осями органов управления на пульте ДСП (мм)

Зоны	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	23	19	25	27	22	26	24	21	28
2	25	28	24	30	32	27	31	29	26	33
3	30	33	29	35	37	32	36	34	31	38

Высота пульта управления принимается равной 98 см для мужчин и 93 см – для женщин.

Требуется:

1. Рассчитать основные параметры выносного табло.
2. На основе анализа поездных и маневровых передвижений составить матрицу связей между органами управления.
3. Разместить органы управления на пульте ДСП и отобразить их на масштабной схеме пульта с указанием зон размещения органов управления в горизонтальной плоскости.

## Выполнение практического занятия:

Основой рабочего места являются \_\_\_\_\_

Они должны обеспечивать удобные и достаточное по размерам рабочее пространство для операторов, свободный подход их к месту, место для ведения записей, просмотра и хранения текущей информации (при необходимости).

Кнопочные и клавишные переключатели применяют \_\_\_\_\_

Кнопочный переключатель срабатывает от осевого перемещения привода в виде кнопки, а клавишный переключатель – от перемещения (вращения) клавиши вокруг смещенной оси. Расположение кнопочных и клавишных переключателей по высоте должно находиться на уровне локтя сидящего человека при горизонтальном расположении предплечья и согнутой под углом  $90^\circ$  в локтевом суставе руки. Рациональный угол наклона панели клавиатуры равен  $15^\circ$ . Располагают кнопки и клавиши в ряд горизонтально с расстоянием между кромками кнопок не менее 5 мм, а в особых случаях и вертикально с использованием функционально-цветового кодирования.

Тумблеры \_\_\_\_\_

На панелях тумблеры располагают горизонтальными рядами.

Выключатели и переключатели поворотные предназначены для плавной или ступенчатой регулировки или переключения, когда необходимо получить более трех положений.

Рычаги управления \_\_\_\_\_

Перемещение может осуществляться в зависимости от усилий, с разной частотой, одной или двумя руками.

					БФПУ. 23 02 01. . ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Положение и направление перемещения органов управления при реализации управляющих воздействий типа: пуск, включено, увеличение, плюс, подъем, открывание, вперед, вправо и вверх, должно быть следующим:

- кнопочные и клавишные переключатели – нажатое положение;
- тумблеры и рычаги управления – перемещение снизу вверх, слева направо, от себя;
- поворотные переключатели и выключатели, маховики и штурвалы – перемещение по часовой стрелке;
- ножные педали – нажатое состояние.

Положение и направление перемещения органов управления при реализации управляющих воздействий типа: стой, отключено, выключено, уменьшено, минус, спуск, закрывание, назад, влево, вниз должно быть следующим:

- кнопочные и клавишные переключатели – отпущенное положение;
- тумблеры и рычаги управления – перемещение сверху вниз, справа налево, на себя;
- поворотные переключатели и выключатели, маховики и штурвалы – перемещение против часовой стрелки;
- ножные педали – отжатое положение.

Проведём анализ обращений ДСП к органам управления при последовательности операций, выполняемых на участковой станции «К». Данные сведем в таблицу 6.

Таблица 6 – Обращения ДСП к органам управления при среднестатической последовательности операций, выполняемых на участковой станции «К»

Операции	Обращение ДСП к ОУ при ЭЦ	Количество обращений при ЭЦ	Количество обращений при МРЦ
1	2	3	4


пространство для ног оператора с размерами не менее: по высоте – 600 мм, по глубине на уровне колен и пола – соответственно 400 и 600 мм по ширине – 500 мм;

– панели пультов не должны иметь посторонних элементов, затрудняющих работу оператора или отвлекающих его внимание: неоправданные назначением пульта выступы, углубления, разноплоскостность и т.п.

Эргономический расчёт характеристик пультов управления сводится \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Методы расчёта геометрических параметров пультов управления зависят от его формы. На железнодорожном транспорте почти все пульты управления имеют фронтальную плоскую форму. На вертикальной панели – выносном табло – располагается мнемосхема станции, содержащая большое число СОИ. При этом, весьма важно рассчитать размеры табло таким образом, чтобы обеспечить нормальные условия восприятия информации. Нижняя граница табло определяется с таким расчетом, чтобы пульт управления не закрывал расположенные на табло СОИ. Горизонтальная панель используется для размещения ОУ.

Размеры пульта управления и табло определяются \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Основной рабочей позой дежурного по станции является поза «сидя», поэтому при расчете геометрических размеров табло используются следующие антропометрические признаки:

- высота глаз над уровнем пола в положении сидя;
- длина вытянутой руки.

Средние значения этих величин для населения России приведены в таблице 4.

Чтобы определить геометрические размеры табло и размеры основной и второстепенной зон расположения СОИ, воспользуемся следующим построением (рис. 2).

Размеры пульта управления и табло определяются \_\_\_\_\_

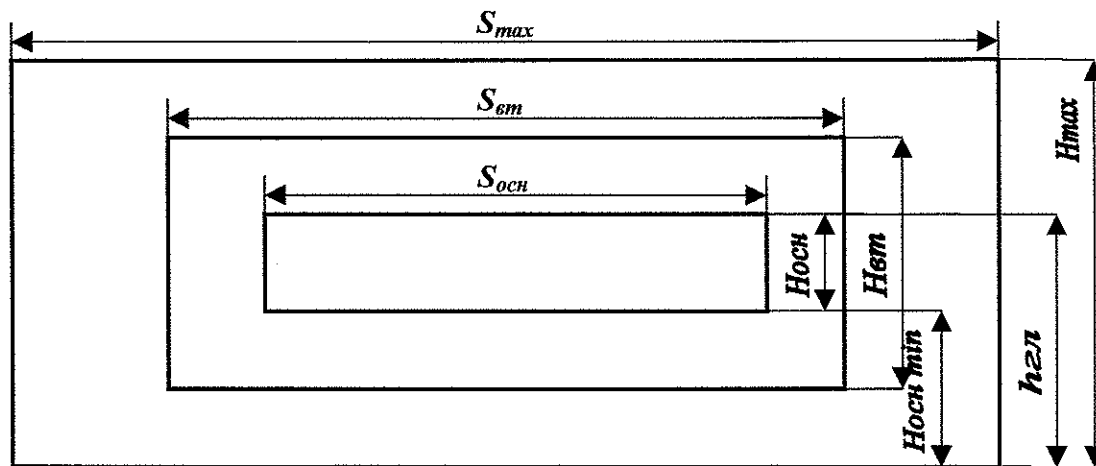
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

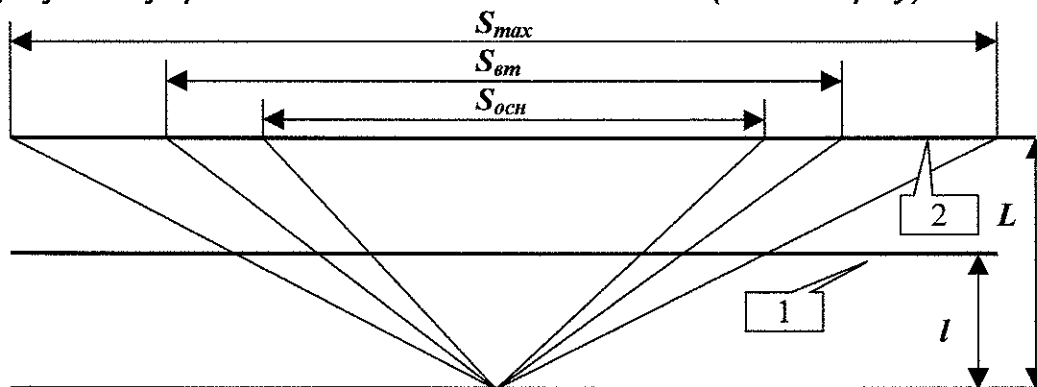
\_\_\_\_\_



а) зоны расположения СОВ на выносном табло



б) пульт управления с выносным табло (вид сверху)



1 – пульт управления; 2 – выносное табло.

в) пульт управления с выносным табло (вид сбоку)

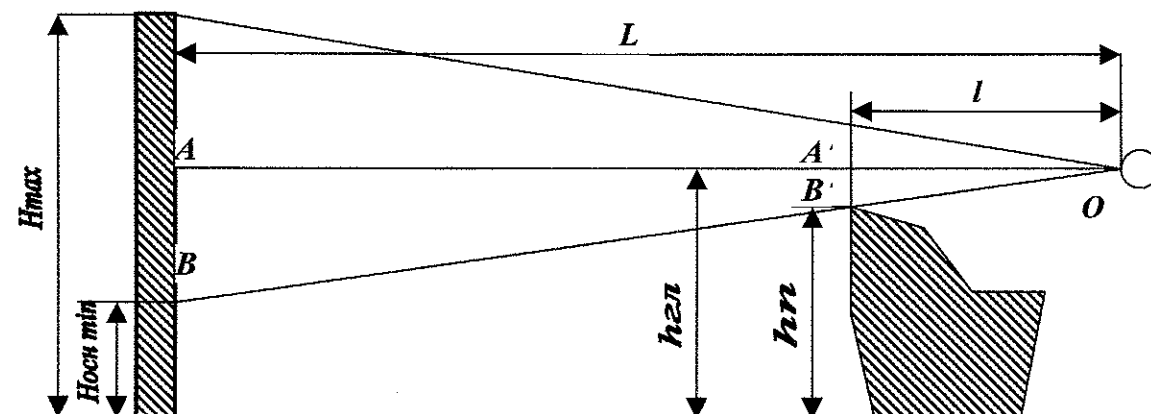


Рисунок 2 – Схемы расчета основных параметров выносного табло



Основной рабочей позой дежурного по станции является поза «сидя», поэтому при расчете геометрических размеров табло используются следующие антропометрические признаки:

- высота глаз над уровнем пола в положении сидя;
- длина вытянутой руки.

Средние значения этих величин для населения России приведены в таблице 4.

Чтобы определить геометрические размеры табло и размеры основной и второстепенной зон расположения СООИ, воспользуемся следующим построением (рис. 2).

Из подобия треугольников  $OAB$  и  $OA'B'$  имеем

$$\frac{h_{\text{эл}} - H_{\text{min}}}{h_{\text{эл}} - h_{\text{п}}} = \frac{L}{l}, \quad (1)$$

Из выражения (1) следует

$$H_{\text{min}} = h_{\text{эл}} - \frac{L \times (h_{\text{эл}} - h_{\text{п}})}{l}, \quad (2)$$

где  $H_{\text{min}}$  – высота нижней кромки табло;

$h_{\text{эл}}$  – высота расположения глаз оператора;

$h_{\text{п}}$  – высота пульта управления;

$L$  – расстояние от оператора до выносного табло;

$l$  – расстояние от оператора до пульта управления, равное

$$l = 0.7 \times l_{\text{рук}} \quad (3)$$

Рассчитаем основной показатель безошибочности

$l =$

$H_{\text{min}} =$

Общая высота табло определяется размером максимальной зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости, которая в соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 составляет  $45^\circ$  над горизонтальной линией взгляда. Тогда

$$H_{\text{max}} = h_{\text{эл}} + L \times \text{tg} \alpha_{\text{max}}^b. \quad (4)$$

При  $\alpha_{\text{max}}^b = 45^\circ$  имеем

$$H_{max} = h_{2л} + L. \quad (5)$$

Определяем общую высоту табло

$$H_{max} =$$

Высота второстепенной зоны расположения СООИ ограничена  $15^\circ$  над горизонтальной линией взора и  $45^\circ$  под горизонтальной линией взора. Тогда

$$H_{вт}^{max} = h_{2л} + L \times tg \alpha_{вт}^b = h_{2л} + L \times tg 15^\circ. \quad (6)$$

Нижняя граница второстепенной зоны совпадает с  $H_{min}$

$$H_{вт}^{min} = H_{min}; \quad (7)$$

$$H_{вт} = H_{вт}^{max} - H_{min}. \quad (8)$$

Определяем

$$H_{вт}^{max} =$$

$$H_{вт} =$$

Высота основной зоны расположения СООИ ограничена  $30^\circ$  под горизонтальной линией взора. Это объясняется тем, что нормальная линия взора смещена обычно на угол  $\beta = 15^\circ$  вниз от горизонтальной линии. Тогда

$$H_{осн}^{max} = h_{2л}; \quad (9)$$

$$H_{осн}^{min} = h_{2л} - L \times tg 30^\circ; \quad (10)$$

$$H_{осн} = H_{осн}^{max} - H_{осн}^{min}. \quad (11)$$

Определяем

$$H_{осн}^{max} =$$

					БФПУ. 23 02 01. . ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$H_{\text{осн}}^{\text{min}} =$$

$$H_{\text{осн}} =$$

Ширина табло определяется горизонтальным размером зоны периферического зрения

$$S_{\text{max}} = 2 \times L \times \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{max}}^2}{2} \quad (12)$$

где  $\alpha_{\text{max}}^2$  – угол зоны периферического зрения в горизонтальной плоскости, равный  $120^\circ$ .

Ширина второстепенной зоны расположения СОИ

$$S_{\text{вт}} = 2 \times L \times \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{вт}}^2}{2} \quad (13)$$

где  $\alpha_{\text{вт}}^2$  – угол второстепенной зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости, равный  $90^\circ$ .

Ширина основной зоны расположения СОИ

$$S_{\text{осн}} = 2 \times L \times \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\text{осн}}^2}{2}, \quad (14)$$

где  $\alpha_{\text{осн}}^2$  – угол оптимальной зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости, равный  $60^\circ$ .

Определяем

$$S_{\text{max}} =$$

$$S_{\text{вт}} =$$

$$S_{\text{осн}} =$$

**Вывод:**

---



---



---



---

### **Контрольные вопросы:**

1. Что является основой рабочего места?
2. Для чего применяют кнопочные и клавишные переключатели?
3. Для чего применяются тумблеры?
4. Что представляет собой пульт управления?
5. Для чего проводится эргономический расчёт характеристик пультов управления?
6. Чем определяются размеры пульта управления и табло?

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БФПУ. 23 02 01. . ПЗ					