

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

Протокол № ____ от _____ 201__ г.

Автор Кузнецова Т.Г.

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы эргономики»

Уровень ВО: *Бакалавриат*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *4*

Специальность/Направление: *23.03.01 Технология транспортных процессов (ТПб)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *(ТЕ)
Организация перевозок и управление в единой транспортной системе*

Москва

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Основы эргономики» студенты должны выполнить и защитить контрольную работу, состоящую из двух задач.

Цель контрольной работы – проверить умение студентов применять на практике основные положения дисциплины.

Контрольная работа включает в себя решение двух задач: комплексной задачи по расчёту эргономических характеристик выносного табло дежурного по станции и задачи по оценке тяжести труда и мероприятий по её снижению.

Технические параметры рабочего места человека-оператора в большинстве случаев определяются его антропометрическими характеристиками. Среднестатистические значения последних разнятся в зависимости от пола человека-оператора: мужской или женский. В связи с этим, в контрольной работе при расчёте каких-либо параметров рабочего места студенты используют среднестатистические антропометрические параметры мужчин, а студентки – женщин.

Числовые исходные данные для решения задач выбираются по трём последним цифрам учебного шифра, которым присваиваются соответствующие разряды – 1, 2 и 3 (начиная с последней). Так, например, для шифра 98-Д-56294 принимается в первом разряде цифра 4, во втором – 9 и в третьем – 2.

Исходные данные для решения первой задачи выбираются из таблицы 1.1 и 1.2, второй задачи – из таблицы 2.1 и 2.2.

Контрольная работа должна содержать описание методики расчётов, собственно арифметические расчёты, а также необходимые схемы.

В конце каждой задачи должны быть кратко сформулированы полученные по результатам решения выводы.

Контрольная работа, выполненная по исходным данным, не соответствующим учебному шифру студента, зачёту не подлежит.

На титульном листе должны быть указаны название дисциплины, Ф.И.О. студента, шифр, подпись и дата сдачи контрольной работы.

В начале задачи необходимо указать данные, что требуется в задаче и лишь затем выполнять решение.

В конце контрольной работы необходимо указывать список литературы.

ЗАДАЧА 1

РАСЧЕТ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫНОСНОГО ТАБЛО ДЕЖУРНОГО ПО СТАНЦИИ

Исходные данные:

Участковая станция «К», управление которой осуществляется с пульта дежурного по станции. Пульт ДСП включает выносное табло, на котором отображена мнемосхема участковой станции «К».

В таблице 1.1 приведено расстояние между пультом управления и выносным табло. В таблице 1.2 приведены антропометрические характеристики человека-оператора.

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

Таблица 1.1 Расстояние между пультом управления и выносным табло (м)

Параметр	3 разряд учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	1.1	1.4	1.0	1.5	1.9	1.2	1.7	1.3	1.6	1.8

Таблица 1.2 Антропометрические признаки, см

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

Требуется:

1. Рассчитать основные параметры выносного табло.

Методические указания

Основой рабочего места являются пульта и панели, на которых размещены органы управления (кнопки и клавиши, тумблеры, поворотные ручки, маховики, вращающиеся переключатели, ножные педали) и средства отображения информации (ОУ и СОИ). 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).

Наиболее часто применяются три формы пультов:

– фронтальная, при малом количестве ОУ и возможности размещения всех органов управления в пределах зон максимальной и

допустимой досягаемости, а средств отображения информации – в пределах зоны центрального и периферического зрения;

– трапециевидная, в этом случае при большом числе органов управления, часть из них частично располагают на боковых панелях, развернутых относительно фронтальной плоскости под углом $90 \dots 120^\circ$;

– многогранная или полукруглая, применяется при значительном числе органов управления и средств отображения информации. Боковые панели располагают таким образом, чтобы они были перпендикулярны линии зрения оператора. Минимальный размер полукруглого пульта для одного оператора должен быть 1200 мм.

Кнопочные и клавишные переключатели применяют для осуществления операций быстрого включения и выключения аппаратуры, выбора нужного параметра, набора и ввода логической и количественной информации и команд управления. 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° в локтевом суставе руки. Рациональный угол наклона панели клавиатуры равен 15° . 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.

Для сокращения времени ввода управляющих воздействий кнопочные и клавишные переключатели выполняются с обратной связью. Это свойство выключателя, заключающееся в том, что в момент приведения в действие его подвижная система оказывает упругое сопротивление пальцу или кисти руки человека, а после завершения действия сигнализирует о вводе информации механически (тактильному анализатору) резким падением упругого сопротивления, акустически (слуховому анализатору) – «щелчком», или визуально (зрительному анализатору) – световым сигналом. Для уменьшения информационной загрузки зрительного анализатора оператора целесообразно организовывать обратную связь механическими или акустическими способами.

Тумблеры применяются в качестве выключателей и переключателей для реализации функций, требующих двух или трех дискретных положений. На панелях тумблеры располагают горизонтальными рядами. Плоскость перемещения приводного элемента тумблера должна совпадать с плоскостью зрения. Расстояние между приводными элементами соседних тумблеров должно быть не менее 20, а при одновременном действии несколькими пальцами – 16 мм.

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

поворотными ручками должно быть не менее 25 мм, при рациональном угле поворота до 80°. В граничных положениях выключатели должны иметь стопорные фиксаторы. При прохождении нулевого положения целесообразно предусмотреть обратную связь путем увеличения усилия вращения не более чем на 10% от основного. Для опознавания ручек тактильным анализатором (прикосновением) их формы должны различаться между собой.

Рычаги управления предназначены для точного регулирования, включения-выключения оборудования путем непосредственного перемещения регулируемого органа без применения промежуточных усилительных устройств. Перемещение может осуществляться в зависимости от усилий, с разной частотой, одной или двумя руками.

Маховики и штурвалы применяются для медленного вращения и точного поворота или перемещения части орудия труда при значительных усилиях на оси (более 100 Н). Центр маховика располагается на высоте 230 мм от поверхности сидения или высоте 900...1050 мм от пола при работе в положении стоя. Для получения информации о перемещении маховиков и штурвалов они снабжаются указателем или счетчиком числа оборотов.

Ножные педали используют при больших усилиях и небольшой точности ввода управляющих воздействий, а также для сокращения времени управления и уменьшения нагрузки на руки.

Ширина педали должна быть не менее 60 мм и иметь рифленую поверхность, а в некоторых случаях и закраину для предотвращения соскальзывания ноги.

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.

Пульт управления – основной функциональный элемент рабочих мест с автоматизированным управлением, от рациональной организации которого зависит эффективность и надежность работы оператора и системы в целом. Он должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- поверхность пульта должна обеспечивать отражение светового потока, исключающее появление бликов в поле зрения оператора;

- на пультах, предназначенных для управления однотипными объектами, должно соблюдаться одно и то же размещение наиболее важных, часто используемых и аварийных средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ);

- пульта при необходимости должны оборудоваться выдвижными ящиками для хранения документации и выдвижными досками для ведения записей и размещения дополнительных переносных приборов;

- пульт для работы оператора в положении сидя должен иметь 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 в основном к определению размеров и формы пульта, правильному выбору СОИ и ОУ в зависимости от задачи, стоящей перед оператором, оптимальному их размещению.

Методы расчёта геометрических параметров пультов управления зависят от его формы. На железнодорожном транспорте почти все пульта 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 антропометрическими характеристиками человека-оператора и его рабочей позой. 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 табл. 1.2.

Чтобы определить геометрические размеры табло и размеры основной и второстепенной зон расположения СОИ, воспользуемся следующим построением (рис. 1.1).

Из подобия треугольников OAB и OAB' имеем:

$$\frac{h_{zl} - H_{\min}}{h_{zl} - h_n} = \frac{L}{l}, \quad (1.1)$$

Из выражения (1.1) следует:

$$H_{\min} = h_{zl} - \frac{L \times (h_{zl} - h_n)}{l}, \quad (1.2)$$

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

h_{zl} – высота расположения глаз оператора;

h_n – высота пульта управления;

L – расстояние от оператора до выносного табло;

l – расстояние от оператора до пульта управления, равное

$$l = 0,7 \times l_{\text{пук}} \quad (1.3).$$

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

$$H_{\max} = h_{zl} + L \times \text{tg} \alpha_{\max}^b. \quad (1.4)$$

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

$$H_{\max} = h_{zl} + L. \quad (1.5)$$

Высота второстепенной зоны расположения СОИ ограничена 15° над горизонтальной линией взора и 45° под горизонтальной линией взора. Тогда:

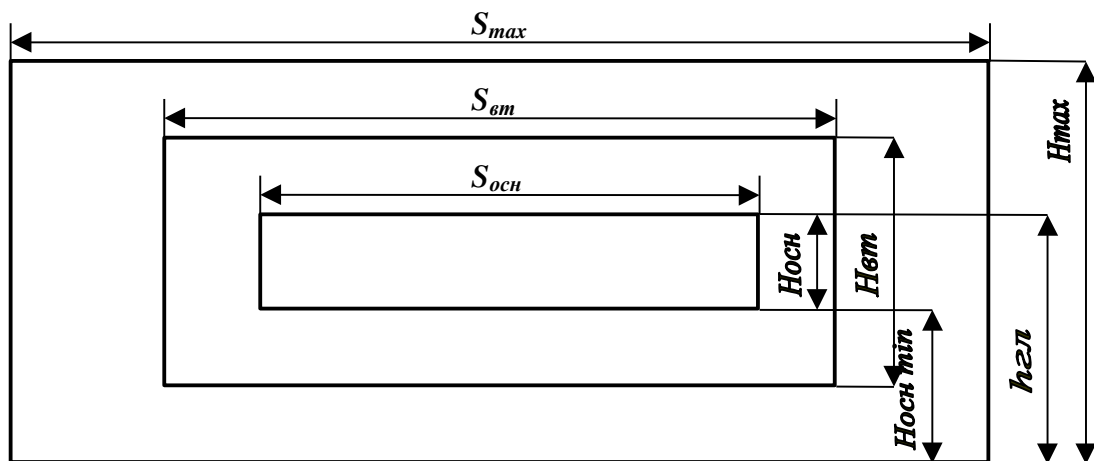
$$H_{\text{от}}^{\max} = h_{zl} + L \times \text{tg} \alpha_{\text{от}}^b = h_{zl} + L \times \text{tg} 15^\circ. \quad (1.6)$$

Нижняя граница второстепенной зоны совпадает с H_{\min} :

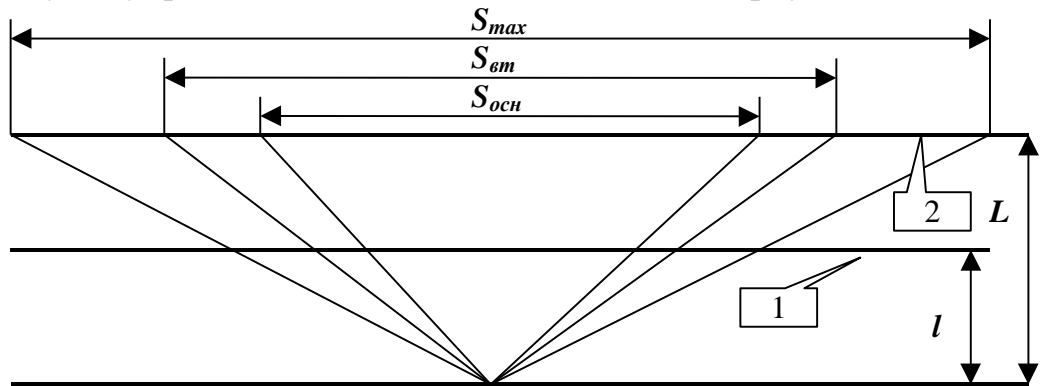
$$H_{\text{от}}^{\min} = H_{\min}; \quad (1.7)$$

$$H_{\text{от}} = H_{\text{от}}^{\max} - H_{\min}. \quad (1.8)$$

а) зоны расположения СОИ 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)

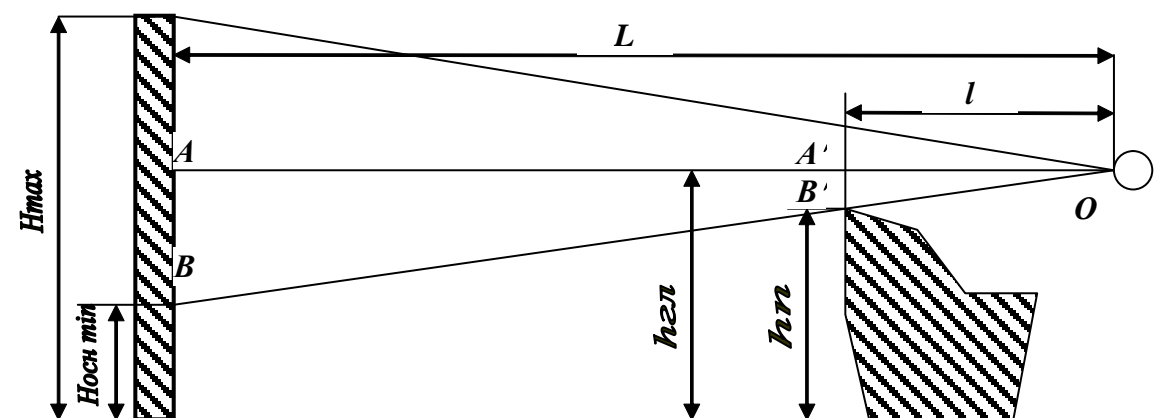


Рисунок 1.1 Схемы расчета основных параметров выносного табло

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

$$H_{осн}^{max} = h_{зл}; \quad (1.9)$$

$$H_{осн}^{min} = h_{зл} - L \times tg 30^\circ; \quad (1.10)$$

$$H_{осн} = H_{осн}^{max} - H_{осн}^{min}. \quad (1.11)$$

Ширина табло определяется горизонтальным размером зоны периферического зрения:

$$S_{max} = 2 \times L \times tg \frac{\alpha_{max}^2}{2}. \quad (1.12)$$

где α_{max}^2 – угол зоны периферического зрения в горизонтальной плоскости, равный 120° .

Ширина второстепенной зоны расположения СОИ:

$$S_{вт} = 2 \times L \times tg \frac{\alpha_{вт}^2}{2}. \quad (1.13)$$

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

Ширина основной зоны расположения СОИ:

$$S_{осн} = 2 \times L \times tg \frac{\alpha_{осн}^2}{2}, \quad (1.14)$$

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

После расчёта основных эргономических параметров выносного табло рассчитывают аналогичных параметры пульта управления, которые зависят от типа ОУ, их количества и расстояния между осями соседних ОУ.

Метод матричного исследования правильности расположения ОУ на пульте управления позволяет осуществить оптимальное их размещение в зависимости от числа и последовательности обращений оператора к ОУ.

Матрица взаимосвязи ОУ заполняется на основе анализа

маршрутов поездных и маневровых передвижений на станции. Матрица взаимосвязи ОУ заполняется после анализа всех поездных и маневровых передвижений за сутки.

При расположении ОУ на пульте ДСП необходимо руководствоваться следующими рекомендациями (рис. 1.2):

- ОУ должны отстоять от передней поверхности оператора не менее чем на 150 мм;

- наиболее важные и очень часто используемые ОУ должны быть расположены в оптимальной зоне моторного поля, ограниченной по горизонтали $\pm 30^\circ$ и расстоянием от переднего края рабочей поверхности 300 мм;

- менее важные и часто используемые ОУ должны располагаться в зоне легкой досягаемости моторного поля, ограниченной по горизонтали $\pm 60^\circ$ и расстоянием от переднего края рабочей поверхности 400 мм;

- редко используемые ОУ размещают в зоне досягаемости моторного поля, ограниченной расстоянием от переднего края рабочей поверхности 600 мм, вправо и влево – 700 мм, назад 400 мм, причём, за границами нулевой отметки размещают лишь вспомогательные ОУ;

- должна быть обеспечена последовательность считывания информации и очередность использования ОУ;

- при работе двумя руками ОУ размещают таким образом, чтобы не было перекрещивания рук;

- надписи предпочтительнее размещать над обозначаемым ОУ; они должны быть краткими, но ясными, не допускающими различных толкований;

- все символы, используемые в надписях должны относиться к единому алфавиту;

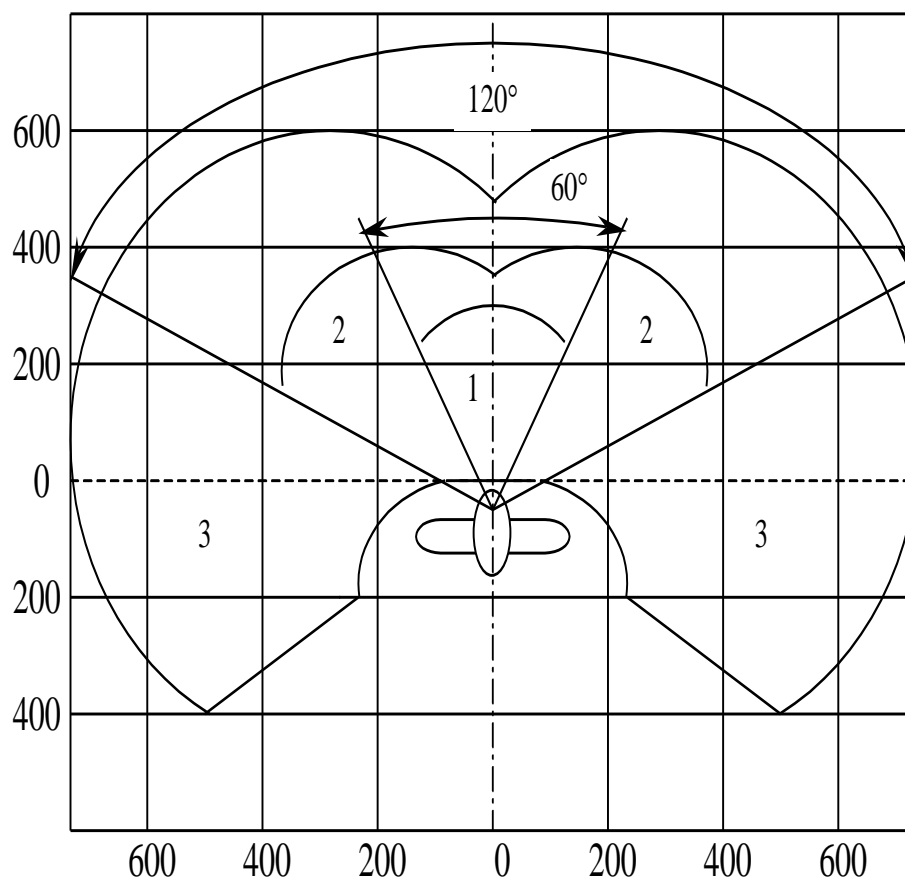
- ОУ группируют на чётные и нечётные, а также – в зависимости от выполняемых функций (управление стрелками, маневровыми и поездными сигналами);

- при наличии на пультах управления большого количества кнопок производят их группирование. При горизонтально-цветовом группировании кнопки располагаются горизонтальными рядами, от 5 до 20 кнопок. Кнопки делятся на группы не более 5 штук в каждой. Нечётные группы окрашивают одним цветом, чётные группы - другим цветом или, при хорошей освещенности пульта, оттенком цвета;

- при наличии на пульте большого числа тумблеров их следует кодировать формой, размером, цветом;

- при размещении тумблеров на пульте управления в ряд расстояние между их осевыми линиями должно быть не менее 19 мм, а при размещении в глубь пульта – не менее 25 мм;

- если тумблеры перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее 19 мм.



Условные обозначения:

- 1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

Рисунок 1.2 Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления

ЗАДАЧА 2

ОЦЕНКА ТЯЖЕСТИ ТРУДА И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЁ СНИЖЕНИЮ

Исходные данные:

Перечень факторов и изменение условий труда персонала диспетчерского центра управления перевозками принимаются из табл. 2.1, а их балльная оценка по табл. 2.2.

Требуется:

Определить, как изменится производительность труда персонала диспетчерского центра управления перевозками при проведении комплекса мероприятий по снижению его тяжести.

Таблица 2.2 Категории оценки условий труда на рабочих местах по санитарно-гигиеническим факторам

Оценка факторов условий труда, баллы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Токсичные вещества (кратность превышения ПДК)	Промышленная пыль (кратность превышения ПДК)	Вибрация, уровень колебательной скорости (кратность превышения ПДУ)	Шум, уровень звука, дБА
1	18..20	40..54	<0.2	<0.8	<0.8	<1.0	<68
2	21..22	55..60	0.2..0.3	0.8..1.0	0.8..1.0	1.000..1.075	68..85
3	23..28	61..75	0.6..0.7	1.0..2.5	до 5	1.075..1.170	86..90
4	29..32	76..85	0.8..1.2	2.5..4.0	до 10	1.170..1.230	91..99
5	33..35	>85	1.3..1.7	4.0..6.0	до 50 (вкл.)	1.230..1.440	100..110
6	>35	-	>1.7	>6.0	>50	>1.440	>110

Таблица 2.1 Санитарно-гигиенические элементы условий труда

Разряд учебн ого шифра	Наименование исходных данных	Цифра в разряде учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Температура воздуха, °С:										
	– до проведения мероприятий	25	30	34	31	32	32	35	29	33	34
	– после проведения мероприятий	19	21	26	22	30	23	27	25	24	21
1	Относительная влажность воздуха, %:										
	– до проведения мероприятий	83	65	77	88	80	70	81	84	74	79
	– после проведения мероприятий	62	51	66	78	57	59	69	55	58	64
2	Скорость движения воздуха, м/с										
	– до проведения мероприятий	1.31	1.70	1.12	0.68	1.19	1.42	1.00	1.57	0.81	1.65
	– после проведения мероприятий	1.15	0.67	0.28	0.25	0.65	0.98	0.69	0.66	0.29	0.64
2	Токсичные вещества (кратность превышения ПДК):										
	– до проведения мероприятий	4.2	2.2	4.5	3.9	5.7	6.2	4.8	2.6	6.0	3.5
	– после проведения мероприятий	2.6	0.9	2.3	2.4	2.0	2.9	2.7	1.9	3.0	1.5
3	Промышленная пыль (кратность превышения ПДК):										
	– до проведения мероприятий	45	8	50	7	12	9	37	45	4	24
	– после проведения мероприятий	7	3	10	5	9	2	6	18	0.7	8
3	Вибрация, уровень колебательной скорости (кратность превышения ПДУ):										
	– до проведения мероприятий	1.312	1.176	1.244	1.228	1.438	1.195	1.284	1.185	1.422	1.160
	– после проведения мероприятий	1.222	1.111	1.084	1.053	1.195	1.037	1.190	0.985	1.184	1.008
3	Шум, уровень звука, дБА:										
	– до проведения мероприятий	105	92	101	89	102	97	107	93	110	95
	– после проведения мероприятий	87	69	91	67	95	89	97	86	83	88

Методические указания к решению задачи

Чтобы устранить производственный вред или разработать мероприятия, позволяющие предотвратить резкое снижение работоспособности, возникновение профессиональных заболеваний и случаев производственного травматизма, нужно объективно оценить влияние условий труда на человека. Наиболее полно характеризует это влияние категория тяжести работы, которая отражает совокупное воздействие на работающего человека самых различных факторов в самом разнообразном их сочетании.

Под тяжестью работы понимается степень совокупного воздействия всех факторов условий труда – санитарно-гигиенических, социально-психологических и прочих – на работоспособность человека и его здоровье.

При оценке факторов условий труда учитываются санитарно-гигиенические и психофизиологические производственные элементы условий труда.

1. Санитарно-гигиенические факторы включают: 1.1 физические факторы – температура поверхностей оборудования, материалов; температуру и относительную влажность воздуха на рабочем месте; скорость движения воздуха (подвижность); атмосферное давление; наличие пыли, вибрации, шума, ультразвука, теплового излучения, электромагнитных полей, ионизирующих излучений; естественная и искусственная освещенность; пульсация светового потока; контрастность; уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; 1.2 химические – по характеру воздействия на организм человека подразделяются на общие токсичные, раздражающие, аллергенные, канцерогенные, а по пути проникновения в организм – на попадающие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров. 1.3 Группа биологических факторов включает биологические объекты, воздействие которых на работающих вызывает травмы и заболевания. К ним относятся микроорганизмы (бактерии, вирусы, спирохеты, грибы, простейшие и др.) и макроорганизмы (растения, насекомые и животные). В табл. 2.2 приведены категории оценки условий труда на рабочих местах по некоторым санитарно-гигиеническим факторам.

2. Психо-физиологические факторы включают: 2.1 физическая динамическая и статическая нагрузка, рабочая поза и перемещения в пространстве, 2.2 нервно-эмоциональная нагрузка, 2.3 интеллектуальная нагрузка, режим труда и отдыха, сменность, продолжительность непрерывной работы в течение суток, точность зрительных работ, число заданных объектов наблюдения, темп работы, монотонность работы, объём получаемой и перерабатываемой информации.

Под воздействием различных производственных вредностей непосредственно в процессе труда в течение ряда лет работы в данных условиях формируется одно из трёх качественно определенных

функциональных состояний организма: нормальное, пограничное (между нормой и патологией) и патологическое. От того, в каком функциональном состоянии находится организм человека, зависят результаты трудовой деятельности и здоровье работника. Поэтому характерные признаки каждого из трех функциональных состояний организма могут служить физиологической шкалой при определении тяжести работ.

Под воздействием конкретных условий труда с течением времени у людей прогрессируют и развиваются различные заболевания: общие – вирусные заболевания; производственно-обусловленные – заболевания, возникающие под воздействием рабочей позы или характерных условий труда; профессиональные – заболевания, возникающие у людей конкретных профессий.

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 относятся любые виды работ, которые выполняются в оптимальных условиях внешней среды. Здесь трудовая нагрузка точно соразмерена с физиологическими возможностями человека и соответствует его способностям и склонностям. Работы, относящиеся к данной категории тяжести, наиболее благоприятны в физиологическом отношении и наиболее перспективны экономически. При такой мобилизации работоспособности возможна высокая производительность и эффективность всех видов труда.

Ко второй категории тяжести относятся такие работы, в результате выполнения которых нормальное состояние организма практически не изменяется. В конце работы при переключении деятельности у большинства исполнителей не отмечается ухудшения исследуемых показателей по сравнению с исходным уровнем. Обычного отдыха после работы вполне достаточно для восстановления исходного уровня функций данной категории людей, состояние здоровья благополучно, профессиональные и производственно обусловленные заболевания, как правило, не отмечаются. Эта категория тяжести свидетельствует о том, что отнесенная сюда работа выполняется в нормальных или благоприятных условиях труда. В частности, рабочая нагрузка не превышает физиологических возможностей организма.

К третьей категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме человека из-за повышенной нагрузки, или же не вполне благоприятных условий труда, или при сочетании того или другого формируется начальная стадия пограничного функционального состояния.

Основным признаком третьей категории тяжести является замедление физиологических функций. Замедляется выполнение обычных рабочих операций (заданий), а также ухудшаются

функциональные пробы (переключение деятельности). Снижается индивидуальная производительность труда, ухудшаются технико-экономические показатели.

К четвертой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме исполнителя формируется глубокое пограничное функциональное состояние из-за повышенной нагрузки и не вполне благоприятных условий труда. Основным признаком этого состояния – растормаживание и нарушение в связи с этим динамического стереотипа. Для этой категории характерно уменьшение количества и ухудшение качества выпускаемой продукции, а также неустойчивость функций. Повышается уровень общей заболеваемости, появляются производственно обусловленные заболевания, растет количество и тяжесть производственных травм. При усиленном воздействии производственных вредностей могут возникать профессиональные заболевания.

К пятой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме человека формируется патологическое функциональное состояние. Это состояние возникает в результате чрезмерной нагрузки, в особенности когда она выполняется в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях. Отличительным признаком для отнесения работы к этой категории тяжести служит появление парадоксальных и ультрапарадоксальных реакций. Суть их состоит в том, что положительные сигналы не воспринимаются, теряют стимулирующее влияние, а отрицательные, т.е. запрещающие, ошибочные или опасные действия усиливаются, что может вызвать неправильные неадекватные поведенческие реакции: в одних случаях апатию, в других – немотивированный гнев, агрессивность. Может возникнуть и неоправданное, не соответствующее действительному положению вещей ощущение безопасности и благополучия. Во всех таких случаях легко может быть пропущен сигнал, предупреждающий об опасности, что ведет к авариям и несчастным случаям.

У людей, длительно выполняющих работу пятой категории тяжести, с течением времени развиваются хронические производственно-обусловленные заболевания, а при наличии промышленных вредностей и профессиональные болезни.

К шестой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых признаки патологического функционального состояния в организме человека отчетливо появляются сравнительно рано, нередко уже в первой половине рабочего дня. Для этой категории тяжести характерно наибольшее количество производственно обусловленных и профессиональных заболеваний, которые обнаруживаются рано и приобретают тяжелое течение.

При определении интегрального показателя в расчёт принимаются биологически значимые элементы условий труда, вызывающие

пограничные и патологические изменения и реакции организма работающего.

Интегральный показатель категории тяжести труда определяется по формуле:

$$I_m(K_{\Sigma_{KT}}) = 10 \left[K_{on} + \left(L \times \frac{6 - K_{on}}{6} \right) \right], \quad (2.1)$$

где: $I_m(K_{\Sigma_{KT}})$ – 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.

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:

$$Y = \frac{I_m - 15.6}{0.64}, \quad (2.2)$$

где 15,6 и 0,64 – коэффициенты регрессии.

Зная степень утомления, можно определить работоспособность – величину, противоположную утомлению, %:

$$R = 100 - Y. \quad (2.3)$$

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

$$P_{ITT} = 100 \times 0.2 \times \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right), \quad (2.4)$$

где R_1 и R_2 – работоспособность в условных единицах до и после внедрения мероприятий, понизивших тяжесть труда;

0.2 – эмпирический коэффициент, показывающий степень

влияния роста уровня работоспособности на производительность труда.

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 становятся причиной дополнительного расходования его жизненной энергии, могут быть источником потенциальной опасности.

Условия труда, соответствующие первой и второй категориям тяжести, служат своего рода эталоном при разработке мероприятий для тех участков производства, где сохраняются отдельные вредности или очаги опасности.

Интегральная оценка тяжести труда позволяет также обосновать предоставление льгот (повышенные тарифные ставки, льготное пенсионное обеспечение) и компенсаций (дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день), уменьшение или полный отказ от льгот при улучшении условий труда.

Пример решения задачи

Дано:

1. Температура воздуха, °С:
 - до проведения мероприятий – 35 (5);
 - после проведения мероприятий – 32 (4);
2. Относительная влажность воздуха, %:
 - до проведения мероприятий – 94 (5);
 - после проведения мероприятий – 68 (3);
3. Скорость движения воздуха, м/с:
 - до проведения мероприятий – 1.1 (4);
 - после проведения мероприятий – 0.67 (3);
4. Токсичные вещества (кратность превышения ПДК):
 - до проведения мероприятий – 5 (5);

- после проведения мероприятий – 3 (4);
- 5. Промышленная пыль (кратность превышения ПДК):
 - до проведения мероприятий – 38 (5);
 - после проведения мероприятий – 7 (4);
- 6. Вибрация, уровень колебательной скорости (кратность превышения ПДУ):
 - до проведения мероприятий – 1.35 (5);
 - после проведения мероприятий – 1.067 (2);
- 7. Шум, уровень звука, дБА:
 - до проведения мероприятий – 95 (4);
 - после проведения мероприятий – 76 (2).

Определим, как изменится производительность труда при проведении комплекса мероприятий по снижению его тяжести при изменении санитарно-гигиенических факторов.

Из табл.2.2 определяем оценку факторов условий труда в баллах до и после проведения мероприятий (указана в скобках).

Анализ показывает, что определяющих элементов условий труда несколько (т.к. пять параметров имеют наибольшую 5-балльную оценку – температура, влажность воздуха, токсичные вещества, промышленная пыль и вибрация), поэтому принимаем любой из них (например температуру воздуха), а средняя арифметическая из суммы всех биологически значимых элементов условий труда, исключая определяющий, составляет:

- до проведения мероприятий:

$$L' = \frac{5+4+5+5+5+4}{6} = 4.67 \text{ балла};$$

- после проведения мероприятий:

$$L'' = \frac{3+3+4+4+2+2}{6} = 3.00 \text{ балла}.$$

По формуле (2.1) рассчитаем интегральный показатель категории тяжести труда:

- до проведения мероприятий:

$$I'_m = 10 \times \left[5 + \left(4.67 \times \frac{6-5}{6} \right) \right] = 57.78;$$

- после проведения мероприятий:

$$I''_m = 10 \times \left[4 + \left(3.00 \times \frac{6-4}{6} \right) \right] = 50.00.$$

Степень утомления (в условных единицах) рассчитывается по формуле (2.2) и составляет:

– до проведения мероприятий:

$$y' = \frac{57.78 - 15.6}{0.64} = 65.91\%;$$

– после проведения мероприятий:

$$y'' = \frac{50.00 - 15.6}{0.64} = 53.75\%.$$

Работоспособность определяется по формуле (2.3):

– до проведения мероприятий:

$$R' = 100 - 65.91 = 34.09\%;$$

– после проведения мероприятий:

$$R'' = 100 - 53.75 = 46.25\%.$$

Тогда прирост производительности труда за счет проведения комплекса мероприятий по улучшению его условий (формула 2.4):

$$P_{пт} = 100 \times 0.2 \times \left(\frac{46.25}{34.09} - 1 \right) = 7.13\%$$

По окончании решения задачи студент обязан разработать комплекс мероприятий по снижению тяжести труда относительно семи заданных санитарно-гигиенических факторов.

Основная литература:

1. Абрамов А.А. Основы эргономики. Учебное пособие. – М.: РГОТУПС, 2001, 194 с. <http://www.iqlib.ru>
2. Платонов Г. А. Эргономика на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1986, 296 с.
3. Эргономика. Под ред. В.В. Адамчука. Учебное пособие. – М.: ЮНИТИ, 1999, 256 с.

Дополнительная литература:

4. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.032-78. – М.: Издательство стандартов, 1978.
5. Автоматизированные рабочие места работников основных профессий железнодорожного транспорта, оснащенные персональными ЭВМ. Отраслевой руководящий технический материал. – М., 1995.
6. Шумилин В.К. и др. Эргономические основы проектирования техники. Учебное пособие. – М.: ВЗМИ, 1998.
7. Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды. Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ. – М.: Логос, 2001. – 356 с. – <http://psychlib.ru>.