**Задача № 1**

**расчет эргономических характеристик пульта дежурного по станции**

**Дано:**

Участковая станция “К” расположена на двухпутном участке А-Б и является станцией продольного типа. На ней производится: прием и отправление пассажирских и грузовых поездов, смена локомотивов и локомотивных бригад, расформирование и формирование сборных, вызовных, передаточных и участковых поездов, маневровое обслуживание грузовых фронтов общего и не общего пользования и др. 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».

**Требуется:**

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

**Решение:**

Основой рабочего места являются пульты и панели, на которых размещены органы управления (кнопки и клавиши, тумблеры, поворотные ручки, маховики, вращающиеся переключатели, ножные педали) и средства отображения информации. Они должны обеспечивать удобные и достаточное по размерам рабочее пространство для операторов, их свободный подход к месту, место для ведения записей, просмотра и хранения текущей информации (при необходимости).

**Наиболее часто применяются три формы пультов:**

* фронтальная, при 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 … 120 оС;
* многогранная или полукруглая, применяется при значительном числе органов управления и средств отображения информации. Боковые панели располагают таким образом, чтобы они были перпендикулярны линии взора оператора. Минимальный размер полукруглого пульта для одного оператора должен быть 1200мм.

Кнопочные и клавишные переключатели применяются 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 сетевого – от перемещения (вращения) клавиши вокруг смещенной оси. Располагают кнопки и клавиши в ряд горизонтально с расстоянием между кромками кнопок не менее 5мм, 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.

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

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.

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 25мм, при рациональном угле поворота до 80 оС. В граничных положениях выключатели должны иметь стопорные фиксаторы.

Маховики и штурвалы применяются для медленного вращении 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 сиденья 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 направлении е 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);
* пульты 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 600мм, по ширине – 500мм;
* панели пультов не должны иметь посторонних элементов, затрудняющих работу оператора или отвлекающих его внимание: неоправданные назначением пульта выступы, углубления, разноплоскостность и т. п.

Эргономический расчет 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.

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 – hгл = 110см;
* длина вытянутой руки – lрук = 70,3см.

Чтобы определить геометрические размеры табло и размеры основной и второстепенной зоны расположения СОИ, воспользуемся следующим построением:

Рис. 2 Схемы расчета основных параметров выносного табло

Из подобия треугольников ОАВ и ОА' В' имеем:



Отсюда следует: 

где Hmin – высота нижней кромки табло;

hгл – высота расположения глаз оператора;

hn – высота пульта управления; принимается равной 93 см;

L – расстояние от оператора до выносного табло (1,1 м);

I – расстояние от оператора до пульта управления, равное

I = 0,7 \* Iрук = 0,7 \* 70,3 = 49,21 см;



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

Тогда: 

При оС имеем: Hmax = hгл + L

Hmax = 1100 + 1100 = 2200 мм

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



Нижняя граница второстепенной зоны совпадает с Hmin:



Высота основной зоны расположения СОИ ограничена 30 оС под горизонтальной линией взора. Это объясняется тем, что нормальная линия взора смещена обычно на угол β = 15 оС вниз от горизонтальной линии. Тогда:



Hосн = 1100 – 465 = 635мм

Ширина табло определяется горизонтальным размером зоны периферического зрения:



где dтах – угол зоны периферического зрения в горизонтальной плоскости, равный 120 оС.

Smax = 2 \* 1100 \* 1,732 = 3810мм

Ширина второстепенной зоны расположения СОИ:



где dвm - угол второстепенной зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости, равный 90 оС.

Sвm = 2 \* 1100 \* 1 = 2200мм

Ширина основной зоны расположения СОИ:



где dосн – угол оптимальной зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости, равный 60 оС.

Sосн = 2 \* 1100 \* 0,577 = 1269мм

После расчета основных эргономических параметров выносного табло переходим к расчету аналогичных параметров 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.

|  |  |
| --- | --- |
| П56 | 21/23 31 33 Н |
| П11а | 10 12 Ч |
| Л5 | Н5 |
| П66 | 21/23 31 35 Н |
| Л11 | 30 32 Ч11 102/104 106/108 110/112 М16 |
| П12а | 10Ч |
| Л6 | 66 64 Н6 |
| Л12 | 32 Ч12 102/104 106/108 110/112 М16 |
| 35 | 114/116 М8 |
| 311 | 106/108 102/104 М8 32 30 М16 |
| 36 | 60/62 64 66 М8 |
| 312 | 106/108 102/104 М8 32 М16 |
| О5а | 60/62 56/58 Н5 |
| О11б | 30 32 Ч11 Ч2 |
| О6а | 66 64 60/62 46/48 Н6 |
| О12б | 32 Ч12 Ч2 |
| П9б | 17/19 49 Н |
| П11а | 10 12 Ч |
| Л9 | 86 Н9 |
| Л11 | 30 32 Ч11 102/104 106/108 110/112 М16 |
| С9 | 49 М1 49 М10 51 М1 41 43 41 45 41 43 41 45 47 47 47 45 41 43 45 41 43 47 |
| 311 | 106/108 102/104 М8 32 30 М16 |
| Г1сГ2сГ3с | 51 39 84 98 М1 Н10 98 90 М7 90 М6 92 92 М5 94 94 98 М4 |
| 37 | 68/70 64 М8 |
| О7а | 64 60/62 46/48 Н7 |

|  |  |
| --- | --- |
| О11б | 30 32 Ч11 Ч2 |
| П3а | 54 Ч |
| П1б |  Н |
| Г4сГ5с | 51 39 84 98 М1 Н10 98 96 М7 96 М3 98 М2 |
| О3б | 29 Ч3 |
| О1а | Н1 |
| П66 | 21/23 31 35 Н |
| П15а | 14 20 Ч |
| Л6 | 66 64 Н6 |
| Л15 | 22 26 28 Ч15 102/104 106/108 110/112 М16 |
| У6 | 31 33 118/120 98 М1 Н5 98 118/120 64 66 М7 М13 |
| 315 | 106/108 102/104 М8 28 22 М16 |
| О15б | 22 28 Ч15 Ч2 |
| 36 | 60/62 64 66 М8 |
| О6а | 66 64 60/62 46/48 Н6 |
| П2а | Ч |
| П10б | 5/7 51 39 Н |
| О2б | Ч2 |
| Л10 | 84 80 Н10 |
| С10 | 51 39 М1 39 51 М9 51 М1 41 43 41 45 41 43 41 45 47 47 47 45 41 43 45 41 43 47 |
| П16а | 14 Ч |
| Г1сГ2сГ3с | 51 39 84 98 М1 Н10 98 90 М7 90 М6 92 92 М5 94 94 98 М4 |
| Л16 | 28 Ч16 |
| У16 | 31 33 118/120 98 М1 Н5 98 118/120 М7 60/62 56/58 38/40 28 Н5 |
| П15а | 14 20 Ч |
| Л15 | 22 26 28 Ч15 102/104 106/108 110/112 М16 |
| 316 | 106/108 102/104 М8 28 М16 |
| Г4сГ5с | 51 39 84 98 М1 Н10 98 96 М7 96 М3 98 М2 |
| О16б | 28 Ч16 Ч2 |
| У15 | 31 33 118/120 98 М1 Н5 98 118/120 М7 60/62 46/48 38/40 28 22 Н5 |
| 315 | 106/108 102/104 М8 28 22 М16 |
| О15б | 22 28 Ч15 Ч2 |
| П1б | Н |
| П4б | 21/23 Н |
| П2а | Ч |
| П3а | 54 Ч |
| О1а | Н1 |
| О4а | 56/58 Н4 |
| О2б | Ч2 |
| О3б | 29 Ч3 |
| П7б | 21/23 31 Н |
| Л7 | 64 Н7 |
| У7 | 31 33 118/120 98 М1 Н5 98 118/120 М7 33 31 М14 |
| П16а | 14 Ч |
| Л16 | 28 Ч16 102/104 106/108 110/112 М16 |
| У16 | 31 33 118/120 98 М1 Н5 98 118/120 М7 60/62 56/58 38/40 28 Н5 |
| 316 | 106/108 102/104 М8 28 М16 |

Оу шифруют, каким-либо символом обозначения располагают в верхней строке и левом столбце матрицы.

В графах на пересечении строк и столбцов записывается количество переключений ОУ, отмеченного в верхней строке матрицы, которые следовали за переключением ОУ, пронумерованного в левом столбце.

На пересечении строк и столбцов одноименных органов управления записывается количество переключений, с которых начиналось приготовление маршрута.

Матрица взаимосвязи ОУ заполняется после анализа всех поездных и маневровых передвижений за сутки. При составлении матрицы следует придерживаться следующих правил:

* при приеме поезда на станцию приготовление маршрута начинается с выходной стрелки, а при отправлении поезда – со стрелки, первой по маршруту его движения;
* приготовление маршрута заканчивается нажатием кнопки, соответствующим открытию разрешающего сигнала, за исключением некоторых маневров с возвратным передвижением, когда информацию о готовности маршрута ДПС передает машинисту по радиосвязи. Такие ситуации выявляются при анализе передвижений.

После анализа всех поездных и маневровых передвижений заполняется таблица, в последней строке которой проставляется суммарное число обращений к тому или иному органу управления.

Воспользовавшись схемой зон для размещения органов управления в горизонтальной плоскости, результатами анализа матрицы связей и данными о расстояниях между осями ОУ, вычерчивается масштабная схема расположения тумблеров и кнопок управления стрелками и сигналами на пульте ДСП. При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

* ОУ должны отстоять от передней поверхности оператора не менее чем на 150мм;
* наиболее важные и очень часто используемые ОУ, должны быть расположены в оптимальной зоне моторного поля, ограниченной по горизонтали ± 30 оС и расстоянием от переднего края рабочей поверхности 300мм;
	+ менее важные и часто используемые ОУ должны располагаться в зоне легкой досягаемости моторного поля, ограниченной по горизонтали ± 60 оС и расстоянием от переднего края рабочей поверхности 400 мм;
	+ редко используемые ОУ размещают в зоне досягаемости моторного поля, причем, 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;
	+ 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. Нечетные группы окрашивают одним цветом, четные 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 19мм, а при размещении в глубь пульта – не менее 25мм;
	+ если тумблеры перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее 19 мм.

**Задача № 2**

**оценка тяжести труда и мероприятий по его снижению**

**Дано:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | До проведения мероприятий | После проведения мероприятий | Баллы |
| 1. | Температура воздуха, оС | 34 | 21 | 5/2 |
| 2. | Относительная влажность воздуха, % | 88 | 78 | 5/4 |
| 3. | Скорость движения воздуха, м/с | 1,31 | 1,15 | 5/4 |
| 4. | Токсичные вещества (кратность превышения ПДК) | 3,5 | 1,5 | 4/3 |
| 5. | Промышленная пыль (кратность превышения ПДК) | 7 | 5 | 4/3 |
| 6. | Вибрация, уровень колебательной скорости (кратность превышения ПДУ) | 1,312 | 1,222 | 5/4 |
| 7. | Шум, уровень звука, дБА | 95 | 88 | 4/3 |

**Требуется:**

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

**Решение:**

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 психо-физиологические производственные элементы условий труда.

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. 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. 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 третей 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.

К четвертой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме исполнителя формируется глубокое пограничное функциональное состояние. Основной признак 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.

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.

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.

Из исходных данных видно, что определяющих элементов условий труда несколько (четыре параметра имеют 5-балльную оценку), поэтому примем, например, температуру воздуха, а средняя арифметическая из суммы всех биологически значимых элементов условий труда, исключая определяющий, составляет:

* до проведения мероприятий;



* после проведения мероприятий;



Интегральный показатель категории тяжести труда определяется по формуле:

 (1)

где Коп – определяющей («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:

 (2)

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

* до проведения мероприятий;



* после проведения мероприятий;



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

R = 100 – У (3)

* до проведения мероприятий;

R' = 100 – 65,47 = 34,53 %

* после проведения мероприятий;

R" = 100 – 43,33 = 56,67 %

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

 (4)

где R1 и R2 – 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.



При организации работы персонала диспетчерского центра управления перевозками должны соблюдаться оптимальные параметры микроклимата, в том числе – величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

1. Для поддержания необходимой температуры в помещении используется система водяного отопления в зимнее время. В летнее время необходимы кондиционеры.
2. Относительная влажность должна регулироваться в помещении системной вентиляции.
3. Регулировать скорость движения воздуха тоже должна система вентиляции.
4. Кондиционирование воздуха должно обеспечивать автоматическое поддержание параметров микроклимата в необходимых пределах в течение всех сезонов года, очистку воздуха от пыли и вредных веществ, создание небольшого избыточного давления в чистых помещениях для исключения поступления неочищенного воздуха.
5. В рабочих помещениях необходимо проводить ионизацию воздуха, ежедневную влажную уборку и регулярное проветривание. Удаление пыли с экрана ПЭВМ следует проводить не реже 1 раза в смену.
6. Вибрация (общая) оборудования на рабочих местах не должна превышать предельно допустимых величин. Для снижения вибрации в помещениях оборудование необходимо устанавливать на специальные фундаменты и амортизирующие прокладки, предусмотренные нормативными документами.

Пол, стены и потолок должны быть покрыты материалами, разрешенными к применению в строительстве и не выделяющими вредных веществ, поглощающими шум, не накапливающими статическое электричество.

1. Мерами борьбы с шумом является рациональная планировка помещений, позволяющая исключить проникновение шумов из соседних помещений, использование средств звукопоглощения. В качестве звукопоглощающего материала должны использовать специальные перфорированные плиты, панели. Необходимо использовать подвесные акустические потолки.

**Литература**

1. Абрамов А.А. Основы эргономики. Учеб. пос. – М.: РГОТУПС, 2001г., 194 с.
2. Эргономика. / Под ред. В.В. Адамчука. Учеб. пос. – М.: ЮНИТИ, 1999г., 296 с.
3. Методические указания РГОТУПС 9/12/3, Москва 2004г.