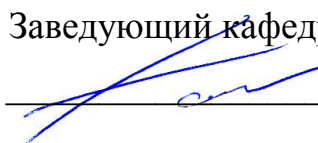


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Тульский государственный университет»**

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Городское строительство, архитектура и дизайн»

Утверждено на заседании кафедры ГСАиД  
« 26 » 01 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой ГСАиД  
 К.А. Головин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по проведению практических (семинарских) занятий**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«ЭРГОНОМИКА»**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
54.03.01 Дизайн

с направленностью (профилем)  
Промышленный дизайн

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-03-22

Тула – 2022

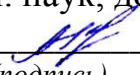
## **Разработчик(и) методических указаний**

Кошелева Алла Александровна, проф. каф. ГСАиД, д-р техн. наук, доц.

---

*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*

---



*(подпись)*

## **Практическая работа № 1**

**Основные понятия эргономики и факторы, определяющие эргономические требования.**

**Понятие «Эргономика».**

**История возникновения и развитие эргономики.**

### **Вопросы для обсуждения**

1. Понятие «Эргономика»
2. История эргономики.
3. Роль эргономики в проектировании.
4. Групповые эргономические показатели.
5. Единичные эргономические показатели.

### **Контрольные вопросы:**

1. Раскройте понятие «Эргономика»
2. Назовите основные этапы развития эргономики.
3. Раскройте роль эргономики в проектировании.
4. Назовите групповые эргономические показатели.
5. Раскройте понятие единичных эргономических показателей.

## **Практическая работа № 2**

**Дизайн и эргономика.**

**Эргономика в промышленности.**

### **Вопросы для обсуждения**

1. Эргономика и дизайн.
2. Примеры эргономических решений в промышленности.
3. Эргономика в бытовой технике.
4. Эргономика в транспортных средствах.

### **Контрольные вопросы:**

1. Раскройте связь эргономики и дизайна.
2. Приведите примеры эргономических решений в мебели.
3. Приведите примеры эргономических решений в мебели.
4. Приведите примеры эргономических решений в бытовой технике.
5. Приведите примеры эргономических решений в транспорте.

## **Практическая работа № 3**

**Основные групповые эргономические требования.**

### **Вопросы для обсуждения**

1. Единичные антропометрические показатели.
2. Единичные физиологические показатели.
3. Единичные гигиенические показатели.
4. Единичные психофизиологические показатели.

5. Единичные психологические показатели.
6. Единичные социально-психологические показатели.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите единичные антропометрические показатели.
2. Раскройте основные единичные физиологические показатели.
3. Приведите примеры единичных гигиенических показателей.
4. Назовите единичные психофизиологические показатели.
5. Единичные психологические показатели.
6. Раскройте единичные социально-психологические показатели.

## **Практическая работа № 4**

### **Методы эргономических исследований.**

### **Вопросы для обсуждения**

- 1 Специфика и методы эргономики.
- 2 Расчетные, экспертные и экспериментальные методы.
- 3 Методы антропометрической оценки проекта

### **МЕТОДЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ**

Структура рабочего пространства определяет прежде всего положение тела работника в процессе производственной деятельности и последствия в отношении утомления работника, его безопасности, качества и скорости выполнения работы, а часто и здоровье работника. Основным способом борьбы с отрицательными последствиями является приспособление структуры пространства рабочего места к антропометрическим характеристикам работников. Целью антропометрической оценки проектов при их эргономическом изучении является оптимальное использование сил, размерных и объемных характеристик и возможностей человека.

Существует три метода, которые позволяют использовать антропометрические данные при проектировании рабочего места:

а) **моделирование в натурную величину.** Изготавливают в масштабе 1:1 экспериментальные макеты рабочего места, в которых все существенные для работы элементы можно перемещать во всех плоскостях. Такой макет опробуется поочередно по крайней мере на трех людях или трех группах людей, предварительно специально отобранных так, чтобы антропометрические данные соответствовали характеристикам работников, которых предлагается использовать на данном рабочем месте. После этого к антропометрическим данным этих работников приспособляются все подвижные части макета. Один из отобранных работников должен иметь средние размеры тела, два других — так называемые пороговые размеры (охватывают 80% всех обследованных).

Таким образом, удастся установить необходимые пределы регулировки, позволяющие приспособить отдельные элементы рабочего места к возможностям почти каждого работника, а в тех случаях, когда такая регулировка оказывается невозможной, с помощью этой методики можно найти оптимальные решения, относительно удобные для большинства работников. Важной особенностью этой методики является возможность использования при проектировании рабочих мест субъективных критериев удобств исследуемых работников;

б) **метод манекенов** — этот метод менее точен, чем предыдущий, но оказывается более простым при практическом применении. Состоит в использовании плоских моделей

человека (с точным соблюдением действительных пропорций), снабженных шарнирами, позволяющими придавать им необходимые положения, занимаемые человеком при выполнении работ. Такие манекены выполняются в натурную величину, либо в масштабах 1 : 5— 1 : 10 и помещаются на макетах соответствующих рабочих мест выполненных в том же масштабе, что и манекен. Таким путем удастся обнаружить ошибки в решениях по приспособлению рабочих мест к антропометрическим данным человека. Следует иметь в виду, что габариты манекенов (как и в случае применения метода моделирования в натурную величину, т. е. методики регулируемого рабочего места) должны соответствовать не только средним, но и пороговым размерам людей;

в) **метод наложения.** На чертежи проектируемых рабочих мест накладываются схемы нормальных и максимальных рабочих зон, т. е. зон досягаемости конечностей в горизонтальной и в двух вертикальных плоскостях (параллельной и перпендикулярной к оси зрения).

В настоящей лабораторной работе используется метод манекенов, так как рекомендации, получаемые при антропометрической оценке проектов с помощью двух последних методов, обычно носят общий и приближенный характер.

При антропометрической оценке сложных рабочих мест, какими являются, например, всякого рода кабины управления агрегатами (автомашины, экскаваторы и др.), возникают противоречия между различными факторами, приводящие к тому, что оптимальное расположение одного элемента рабочего места сильно ухудшает условия другого элемента. Поэтому такие рабочие места следует анализировать в комплексе, учитывая взаимосвязь отдельных элементов и то обстоятельство, что даже небольшая ошибка или изменение расположения одного элемента может значительно ухудшить функционирование всей системы.

**Сведения об эргономических контрольных картах.** Эргономическая контрольная карта служит для систематизации и анализа различных факторов, влияющих на трудовой процесс и производительность труда, а также реакции организма работников на степень рабочей нагрузки.

Перед началом исследования с применением эргономическ контрольной карты опрашиваемый должен сделать оценку наиболее важных аспектов загрузки на данном рабочем месте, т. е. ответить на вопросы об объеме информации, о величин физического и эмоционального напряжения, необходимых для выполнения работы и т. д.

## **Практическая работа № 5**

**Использование данных психологии труда при эргономическом обеспечении проектирования.**

**Психология труда. Методы исследования в психологии труда.**

**Виды анализаторов.**

**Внимание. Память. Эмоции.**

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАТОРА**

**Цели и задачи практического занятия:**

1. Ознакомиться с методиками экспериментально-психологических исследований оператора.
2. Провести исследование объема внимания оператора.

3. Исследовать темп психических процессов.
4. Провести исследование выработки и перестройки навыков.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Работа с современной аппаратурой на пультах управления, электронных машинах, в авиации, космонавтике и ряде отраслей промышленности предъявляет повышенные требования к развитию внимания, памяти, эмоционально-волевых качеств работников. Экспериментально-психологические исследования позволяют изучить функционально-психологические возможности работника, необходимые в его работе, а также функциональные изменения нервно-психической деятельности во время работы.

Студенты знакомятся с некоторыми тестами исследования внимания, устойчивости памяти, выработки и перестройки навыков.

Перед проведением исследования необходимо, используя приведенные ниже теоретические сведения и рекомендуемую литературу, рассмотреть следующие теоретические вопросы:

- психология труда как наука, ее основные задачи;
- виды психической деятельности человека;
- внимание, требования к качеству внимания у разных профессиональных групп;
- эмоции, виды эмоций. Физиологическая сущность эмоций. Значение эмоций в трудовой деятельности;
- психомоторика. Виды рабочих движений. Понятие о биомеханике. Исследование рабочих движений в целях рациональной организации трудового процесса. Методика проведения исследований;
- мышление, физиологическая сущность, виды мышления;
- методы исследования различных видов психической деятельности.

### ***Некоторые теоретические сведения:***

**Психология** - (греч. psyche - душа, logos - учение, наука) - наука о закономерностях развития и функционирования психики как особой формы жизнедеятельности.

**Психология труда** - наука, изучающая психологические закономерности формирования конкретных форм трудовой деятельности и отношения человека к труду. Объект психологии труда - деятельность индивида в производственных условиях и условиях воспроизводства его рабочей силы.

**Психика** - (греч. psychikos - душевный) - системное свойство высокоорганизованной материи, заключающееся в активном отражении субъектом объективного мира, в построении субъектом неотчуждаемой от него картины этого мира и саморегуляции на этой основе своего поведения и деятельности. В психике представлены и упорядочены события прошлого, настоящего и возможного будущего.

**Внимание** - сосредоточенная деятельность субъекта в данный момент времени на каком-либо реальном или идеальном объекте. Выделяют три вида внимания: непроизвольное (имеет пассивный характер, т.к. навязывается субъекту внешними по отношению к целям его деятельности событиями), произвольное (активный характер, деятельность осуществляется в русле сознательных намерений субъекта и требует с его стороны волевых усилий, связано с трудовой деятельностью), постпроизвольное (направленность деятельности также соответствует принятым целям, но ее выполнение не требует специальных умственных усилий, а ограничено по времени лишь утомлением и истощением организма).

**Эмоции** - (лат. emoveo - потрясаю, волную) - психическое отражение в форме непосредственного пристрастного переживания жизненного смысла явлений и ситуаций, обусловленного отношением их объективных свойств к потребностям субъекта.

**Мышление** - процесс познавательной деятельности индивида, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности. Различают: словесно-логический, наглядно-образный, наглядно-действенный виды мышления. Выделяют: теоретическое и эмпирическое, теоретическое и практическое, логическое (аналитическое) и интуитивное, реалистическое и аутистическое (уход во внутренние переживания), продуктивное и репродуктивное, произвольное и непроизвольное.

**Деятельность** - динамическая система взаимодействия субъекта с миром, в процессе которых происходит возникновение и воплощение в объекте психического образа и реализация опосредованных им отношений субъекта в предметной действительности. Основные характеристики деятельности - предметность и субъектность.

**Рефлексия** - (лат. Reflexio - обращение назад) - понятие возникло в философии и означало процесс размышления индивида о происходящем в его собственном сознании. В н.в. означает процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний.

**Бессознательное** - совокупность психических процессов, актов и состояний, обусловленных явлениями действительности, во влиянии которых субъект не отдает себе отчета; - форма психического отражения, в которой образ действительности и отношение к ней субъекта не выступают как предмет специальной рефлексии, составляя нерасчлененное целое. Бессознательное отличается от сознания тем, что отражаемая им реальность сливается с переживаниями субъекта, его отношениями к миру.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

**Необходимые принадлежности:** таблицы, секундомер.

**1. Исследование внимания по методике "отыскивания чисел".** Основная задача данного раздела работы - установление объема внимания. Исследуется также темп психических процессов: обследуемый должен как можно быстрее отыскать по порядку числа в таблице, расположенные произвольно, назвать их и показать.

Для проведения исследования надо иметь секундомер, указку и таблицы. Таблицы показывают исследуемому на расстоянии 70 см от глаз при равномерном освещении. Перед началом опыта исследуемому дается инструкция: «Вам будет показана таблица. Вы должны показать указкой и назвать вслух числа по порядку от 1 до 25. Делайте это как можно быстрее. Начали!» (Экспериментатор ставит таблицу и включает секундомер). Экспериментатор следит за правильностью показа чисел. Когда показано число 25, секундомер останавливают.

Ниже приведены возможные примеры таблиц.

### Вариант № 1.

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 3  | 15 | 10 | 22 | 9  |
| 23 | 18 | 6  | 1  | 14 |
| 5  | 25 | 16 | 19 | 12 |
| 13 | 21 | 24 | 4  | 11 |
| 20 | 2  | 8  | 17 | 7  |

### Вариант № 2.

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 8  | 4  | 20 | 10 | 15 |
| 12 | 17 | 25 | 1  | 6  |

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 2  | 22 | 14 | 18 | 23 |
| 16 | 11 | 7  | 21 | 13 |
| 5  | 19 | 24 | 3  | 9  |

Отыскивание чисел на одной таблице до 42 сек считается хорошим результатом, от 43 до 58 сек — удовлетворительным и свыше 58 сек — неудовлетворительным.

**2. Исследование памяти.** Проводится по методике заучивания слов и кроме характеристики памяти дает возможность судить о легкости понимания заданий, об эмоциональной реакции обследуемого на свои ошибки и т. д.

Экспериментатор дает обследуемому следующую инструкцию: «Сейчас я вам прочту 10 слов, постарайтесь запомнить их. Повторите слова, сколько сумеете, в любом порядке».

Экспериментатор произносит слова обычным тоном в среднем темпе, между словами должна быть пауза примерно такая, чтобы можно было произнести про себя такое же слово. По мере того, как обследуемый повторяет слова, экспериментатор заполняет таблицу (ставит крестики напротив названных слов). Записывают слова, ошибочно произносимые исследуемым. Примерный протокол исследования приведен ниже.

*Таблица 1*

| Номер опыта | лес | хлеб | окно | стул | вода | брат | конь | гриб | игла | мед | Ошиб. слово |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------|
| 1           | х   | х    |      | х    | х    |      | х    | х    | х    |     |             |
| 2           | х   | х    |      |      | х    |      |      |      | х    | х   |             |
| 3           | х   | х    |      | х    | х    |      | х    | х    | х    | х   | дверь       |
| 4           | х   | х    |      | х    | х    | х    | х    | х    | х    | х   | дверь       |

После окончания опыта подсчитывают число правильно воспроизведенных слов и изображают результаты работы на графике. Оценивают «Кривую воспроизведения». Если обследуемый запоминает 10 слов, то кривая воспроизведения приближается к прямой «а». при повышенной истощаемости психической деятельности обследуемого эта кривая близка к кривой «с», т.е. число правильно воспроизведенных слов сначала возрастает, а затем падает. Кривая «b» свидетельствует об ослабленной памяти обследуемого. Заслуживает внимания и тот факт, что обследуемый иногда добавляет в ряд заданных ему слов одно лишнее и повторяет его во всех опытах. Такая ошибка является одним из признаков ослабления психической деятельности.

**3. Исследование выработки и перестройки навыков.** Эксперимент разработан и широко применялся в исследованиях профессора К.К. Платонова. Данный метод заключается в изучении выработки и переделки навыка, а также дает возможность судить о сосредоточенности внимания, его подвижности и гибкости, легкости или затруднениях при переключении, о степени истощаемости внимания, вработываемости, умственной работоспособности и упражняемости. Метод позволяет изучить легкость образования и переделки умственного навыка.

Обследуемому предлагается с возможно большей скоростью производить двумя чередующимися способами сложение двух однозначных чисел для последующего сложения. После минуты работы одним способом (первым) исследуемый по сигналу экспериментатора



должен переключаться на другой (второй) способ и так несколько раз на протяжении 10 мин. Поскольку действия исследуемого приобретают автоматичность и стереотипность, изменение скорости работы и появление ошибок после переключения на новый способ характеризуют особенности перестройки навыков, которые обусловлены степенью подвижности нервных процессов обследуемого.

Вначале экспериментатор сам объясняет исследуемому и показывает на листе бумаги **первый способ**. Дает 1 мин для тренировки. После чего объясняет второй способ и дает 1 мин для тренировки. Затем на том же листике бумаги по сигналу экспериментатора исследуемый начинает работать первым способом, через 1 мин - переключается на второй и так делает 9 переключений.

Задание выполняется в следующем порядке. Экспериментатор называет две цифры, например 5 и 2. Исследуемый должен написать одно под другим. Сложить эти цифры в уме и сумму написать рядом с верхним числом. Это число (7) будет первым слагаемым для следующего сложения. Вторым слагаемым будет служить верхнее число предыдущей пары. Полученные два новых числа опять складываются, а сумма опять пишется сверху, при этом десятки отбрасываются.

*Пример:*

5 7 2 9 1 0 1 1 2 3 5 8 3 1 4 5 9 4 3 7 0 7 7 4 1 5 6 1 7 8 5 3 8 1 9 0 9  
2 5 7 2 9 1 0 1 1 2 3 5 8 3 1 4 5 9 4 3 7 0 7 7 4 1 5 6 1 7 8 5 3 8 1 9 0  
  
9 8 7 5 2 7 9 6 5 1 6 7 3 0 3 3 6 9 5 4 9 3 2 5  
9 9 8 7 5 2 7 9 6 5 1 6 7 3 0 3 3 6 9 5 4 9 3 2

**Второй способ** работы: сумма записывается рядом с нижним числом. Например, 8/5, сумма будет 13. Отбрасываем десятки, внизу пишем число единиц, а сверху - нижнюю цифру из предыдущей пары. В качестве подходящих пар чисел рекомендуются следующие 8 и 7, 5 и 9, 2 и 3, 9 и 2, 5 и 8, 9 и 9, 6 и 9, 9 и 4.

8 5 3 8 1 9 0 9 9 8 7 5 2 7 9 6 5 1 6 7 3 0 3 3 6 9 5 4 9 3 2 5 7 2 9 1 0  
5 3 8 1 9 0 9 9 8 7 5 2 7 9 6 5 1 6 7 3 0 3 3 6 9 5 4 9 3 2 5 7 2 9 1 0 1  
  
1 1 2 3 5 8 3 1 4 5 9 4 3 7 0 7 7 4 1 5 6 1 7 8  
1 2 3 5 8 3 1 4 5 9 4 3 7 0 7 7 4 1 5 6 1 7 8 5

Способы меняются по команде экспериментатора каждую минуту в течение 10 мин. В момент команды испытуемый ставит вертикальную черту. Анализ результатов исследования:

Производительность 20 сложений/мин и более рассматривается как высокая и при равномерном ходе работы характеризует быстроту протекания психических процессов у обследуемого.

Производительность 10-19 сложений является средней, до 10 сложений/мин - низкой. Последняя указывает на трудности, испытываемые во время работы, на замедленность психических процессов. При анализе наибольшее значение имеет не абсолютная величина производительности, а динамика изменений по минутам. Анализ динамики по минутам дает более показательные данные об упражняемости или утомлении.

Если по мере продолжения опыта темп работы ускоряется, производительность увеличивается, то при отсутствии увеличения числа ошибок можно считать работоспособность исследуемого значительной, а упражняемость хорошей.

Сравнение производительности труда за минуту тренировки с производительностью в первые минуты опыта (когда еще не сказывается утомление) дает возможность судить о влиянии как умственной, так и дополнительной эмоциональной нагрузки (ожидание переключения) на протекание психических процессов у обследуемого. Для анализов результатов исследования важной является динамика исследования темпа работы в пределах одной минуты, т. е. от переключения до переключения. При анализе ошибок следует учитывать характер и общее количество этих ошибок и распределение их по минутам. По своему характеру они делятся в основном на ошибки, обусловленные отвлечением внимания и истощаемость.

К *первой группе ошибок* относятся ошибки переключения (самостоятельное переключение, застревание на одной цифре, частичное переключение и т. д.). Непроизвольное повторение работы по предыдущему способу и смешение способов, особенно сразу после сигнала переключения, указывает на недостаточно хорошее переключение внимания.

К *второй группе ошибок* относятся ошибки сложения, а также подстановки случайных чисел вместо требуемых (число ошибок обычно не превышает 2-3).

Увеличение ошибок к концу наблюдения свидетельствует о снижении производительности. Об инертности нервных процессов свидетельствует преобладание ошибок переключения. Об истощаемости и неустойчивости внимания свидетельствуют ошибки сложения.

| Характеристика выполнения теста                            | Время эксперимента, мин |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Всего за 10 мин | Среднее за 1 мин |
|--|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------------|------------------|
|  | 1                       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |                 |                  |
| Способ работы (1 или 2)                                    |                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                 |                  |
| Количество сложений  |                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                 |                  |
| Количество ошибок  |                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                 |                  |
| Характер ошибок  |                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                 |                  |
| Время, затраченное на два первых сложения при переключении |                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                 |                  |

Отчет по работе составляется в соответствии с объемом и содержанием указанных выше трех заданий по исследованию внимания, памяти, выработки и перестройки навыков оператора, он оформляется в виде протоколов испытаний.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

### Цели и задачи практического занятия:

1. Ознакомиться с психологическими методами исследования внимания оператора.
2. Изучение методов исследования работоспособности оператора, используемыми при эргономическом исследовании производства.

3. Научиться применять данные методы при эргономической оценки системы оператор-машина-среда.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эффективность трудовой деятельности человека во многом зависит от характера и свойств его внимания.

**Внимание** - это направленность нашего сознания на тот или иной вид деятельности. Принято выделять несколько основных свойств внимания: объем, колебание, распределенность, интенсивность, сосредоточенность, переключаемость.

Работоспособность человека проходит несколько фаз: периоды вработываемости, высокой работоспособности, утомления, конечного порыва. В каждый из перечисленных периодов рабочего дня состояние внимания меняется. По состоянию внимания можно судить об утомлении работающего, о степени трудности работы; полученные данные следует учитывать при организации рационального режима труда и отдыха, при нормировании труда.

Исследование свойств внимания позволяет выявить и учитывать при выборе профессии индивидуальные возможности человека.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

**1. Определение объема внимания.** Объем внимания характеризуется числом объектов, воспринимаемых испытуемым за крайне короткий период времени (менее секунды), и определяется с помощью 25-клеточных (5x5) таблиц с различными вариантами расположения на них 5 фигур - круга, квадрата, треугольника, звезды и т.д. (см. приложение 1).

**План работы:** таблица показывается испытуемому 0,75 сек. Испытуемый должен как можно быстрее внести в имеющийся у него шаблон таблицы все фигуры.

Эксперимент коллективный. Опыт повторяется 4 раза. Первые два опыта - тренировочные, испытуемый знакомится с методикой, а два последних являются контрольными.

В период эксперимента учитывается время выполнения задания: экспериментатор включает миллисекундомер в момент показа таблицы и выключает его, когда получает ответ испытуемого «есть». При групповом эксперименте отмечается время, затраченное на выполнение задания каждым испытуемым, учитывая также и количество ошибок, допущенных при выполнении задания. Полученные данные вносятся в *табл. 1*.

*Таблица 1*

| Номер опыта      | Номер карты | Период показа карты | Время выполнения задания | Количество ошибок | Характеристика ошибок |
|------------------|-------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1                |             |                     |                          |                   |                       |
| 2                |             |                     |                          |                   |                       |
| Среднее значение |             |                     |                          |                   |                       |

**2. Определение объема, распределения и устойчивости внимания (метод Шульте).** Объем и распределение внимания можно определить методом «отыскания чисел», при котором испытуемый должен возможно быстрее найти и показать натуральный ряд чисел от 1 до 25 в специальной таблице из 25 клеток (5x5), в которой цифры представлены в беспорядке (тест Шульте).

Для исследования устойчивости внимания задача выполняется несколько раз, причем



**4. Определение колебания и снижения внимания.** Колебание внимания заключается в периодической смене объектов, на которые оно обращено. Проявляется оно в том, что при всей своей устойчивости и сосредоточенности на данной деятельности внимание в какие-то определенные моменты переходит от одного объекта к другому с тем, чтобы через некоторый промежуток времени вернуться к первому.

Периодичность колебания (флюктуации) внимания наглядно выявляется при рассматривании тестов с двойственным изображением. Имеется усеченная пирамида (см. плакаты). Если с напряженным вниманием смотреть на этот рисунок, то последовательно через какие-то периоды времени будет видна то усеченная пирамида, обращенная к испытуемому, то длинный коридор с выходом в конце. Эта смена объектов происходит безотказно через определенные, приблизительно равные промежутки времени (от 2 до 12 раз в минуту, в среднем 5-7 раз).

При развитии общего утомления частота смены объектов в рисунках с двойственным изображением возрастает от 5-7 раз до 20-40 и более в минуту.

**План работы:** Испытуемому предлагается один из рисунков с двойственным изображением (см. плакаты). По команде экспериментатора испытуемый должен сосредоточенно смотреть на рисунок и вслух произносить слово «да», когда одно изображение сменяется другим. Опыт проводится в течение одной минуты. Полученный результат вносится в *табл. 5*.

Таблица 5

| Рисунок с двойственным изображением | Квадраты | Пирамида усеченная | Лестница-карниз |
|-------------------------------------|----------|--------------------|-----------------|
| Количество смен объектов в 1 мин    |          |                    |                 |

#### Приложение 1

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 9 | × | : | Δ | 7 |
| Δ | : | 7 | 9 | × |
| 7 | 9 | Δ | × | : |
| : | 7 | × | 7 | Δ |
| 9 | Δ | : | × | 9 |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| × | 7 | 9 | : | Δ |
|---|---|---|---|---|

|          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 9        | :        | $\Delta$ | 7        | $\times$ |
| $\times$ | $\Delta$ | 7        | 9        | :        |
| 7        | 9        | $\times$ | :        | $\Delta$ |
| $\Delta$ | :        | 7        | $\times$ | 9        |

|          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 7        | 9        | :        | $\times$ | $\Delta$ |
| :        | $\times$ | $\Delta$ | 9        | 7        |
| 9        | :        | 7        | $\Delta$ | $\times$ |
| 7        | $\Delta$ | 9        | $\times$ | :        |
| $\Delta$ | :        | $\times$ | 7        | 9        |

|          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| $\times$ | :        | 9        | 7        | $\Delta$ |
| :        | $\times$ | $\Delta$ | 7        | 9        |
| 9        | $\Delta$ | 7        | $\times$ | :        |
| 7        | $\Delta$ | :        | 9        | $\times$ |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 7 | : | 9 | × | Δ |
|---|---|---|---|---|

## Приложение 2

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 1  | 20 | 9  | 17 | 6  |
| 7  | 16 | 2  | 14 | 19 |
| 12 | 3  | 21 | 8  | 23 |
| 22 | 18 | 11 | 4  | 15 |
| 10 | 25 | 5  | 24 | 13 |

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 16 | 3  | 13 | 21 | 6  |
| 7  | 12 | 17 | 1  | 15 |
| 25 | 2  | 22 | 8  | 24 |
| 14 | 9  | 18 | 4  | 11 |
| 5  | 19 | 23 | 10 | 20 |

## Приложение 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| К | 9 | 7 | Δ | 9 | Б | К | Δ |
| А | Б | Б | 9 | К | 7 | Б | 9 |
| 9 | А | Δ | Б | К | Δ | А | Б |
| Δ | Δ | К | А | Б | 7 | Б | К |
| Б | 7 | Б | 9 | Δ | Б | 9 | Δ |
| К | 9 | Δ | Б | Δ | К | Б | 9 |

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Δ | К | Б | 7 | К | Б | А | Б |
| Δ | К | 9 | Б | Б | 9 | Δ | К |

Контрольные цифры: 9 - 11 шт., Δ - 13 НВ., \_ - 18 НВ., \_ - 12 НВ.

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Δ | 9 | К | 9 | А | Δ | 9 | Б |
| А | К | 9 | Б | 7 | 9 | 7 | Б |
| 9 | 7 | Δ | А | Б | Б | 7 | Б |
| 7 | Б | 7 | 9 | 9 | А | Δ | 9 |
| Δ | 9 | 7 | К | А | Б | 7 | К |
| 7 | Δ | А | 9 | К | 7 | 9 | 7 |
| К | 9 | 7 | Б | Δ | А | Б | А |
| Б | Δ | К | А | 9 | Б | 7 | 9 |

Контрольные цифры: 9 - 15 шт., Δ - 8 НВ., \_ - 12НВ., \_ - 7 НВ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРА МЕТОДОМ ИЗУЧЕНИЯ ЕГО МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

### Цели и задачи практического занятия:

1. Ознакомиться с психологическими методами исследования работоспособности оператора.
2. Ознакомиться с методом изучения мыслительных процессов оператора.
3. Провести анализ индивидуальных особенностей решения эргономических задач.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Из всех анализаторов человека наибольшее значение в его деятельности (в том числе и производственной) имеет зрение, так как 80-90 % всей получаемой информации поступает к нам через зрительный анализатор.

В данной работе исследуется особенность внимания оператора при действии длительных однообразных зрительных раздражителей. Эксперимент позволяет изучить устойчивость внимания, его колебания, утомляемость, темп и продуктивность работы, общую психическую работоспособность.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

#### 1. Изучение сосредоточенности и переключения внимания оператора.

**Корректирующая проба.** Благодаря методу корректурных тестов можно получить данные о процессах возбуждения, внутреннего и внешнего торможения нервной системы в процессе труда. Многолетнее использование методики дозирования работы во времени с помощью корректурных таблиц одновременно с условно-рефлекторными методиками (зрительно-



моторной, слухомоторной) позволяет сделать вывод о том, что динамическое изменение ее показателей происходит параллельно изменению работоспособности испытуемого, функциональному состоянию его нервной системы.

Корректирующие таблицы могут быть составлены из букв, цифр, колец Ландольта (см. приложение 1), геометрических фигур.

Следует учитывать, что в буквенных таблицах разные буквы размещены с неодинаковой частотой, причем, как правило, не с той, с какой они встречаются в литературе и речи. Такое расхождение вероятностей сигналов, заданное в опыте и закрепленной личной речевой практикой испытуемого, усложняет эксперимент. Поэтому рекомендуется предварительная тренировка испытуемого по принятой методике.

Корректирующие карты с кольцами Ландольта не имеют недостатков буквенных тестов. Знаки таких карт представляют собой кольца с восемью различным местоположениями разрыва. При общем количестве 660 знаков вероятность каждого признака равна 1/8. Такие карты можно применять при четырех ориентациях (*I, II, III, IV*): в каждом из них меняется местоположение разрыва в кольцах.

**Методика испытания.** Участники опыта получают корректирующие карты и две минуты знакомятся с их структурным построением. После этого карты переворачивают тыльной стороной вверх. Экспериментатор выдает задания, например: «Карту Ландольта положить в ориентацию II. Необходимо зачеркивать одной косой линией слева направо (или подчеркивать) кольца, в которых разрыв находится справа посередине кольца (на «трех часах»)). По сигналу «раз», который я буду давать через каждые полминуты, вы должны ставить вертикальную черту между знаками, где вас застала команда. Такую же черту поставьте после сигнала «стоп». Задание надо выполнять как можно быстрее и внимательнее».

Испытание можно усложнить: поставить условие, что выбранный знак зачеркивается лишь в том случае, когда перед ним стоит определенный знак. Например: «Зачеркивайте лишь кольцо, имеющее разрыв справа (на «трех часах»)), когда перед ним находится кольцо с разрывом, направленным вниз (на «шести часах»)). В корректирной карте возможно вычеркивать не только заданные знаки, но и их комбинации.

При проведении опыта необходимо учитывать состояние зрения испытуемых (в пределах единицы) и уровень освещенности в помещении. Освещенность должна соответствовать требованиям санитарных норм для выполняемого рода работ.

Учитывается время выполнения задания (или общее количество просмотренных знаков за период времени) и количество допущенных ошибок. Ошибки (пропуски, подчеркивание или зачеркивание не заданных экспериментатором знаков) вне зависимости от формы кода (буквы, цифры, кольца Ландольта и т.д.) находятся при наложении на корректирную карту соответствующего шаблона.

Показателем интенсивности служит время выполнения задания. Сосредоточенность внимания характеризуется числом пропущенных знаков, предназначенных для подчеркивания или зачеркивания.

Данные эксперимента сводятся в таблицу, на основании которой проводится расчет показателя внимания (*A*), количества информации (*P*), скорости воспринимаемой информации (*S*) и фактической производительности (*E*).

### **Методика проведения расчета.**

#### **1. Показатель внимания**

$$A = ,$$

где  $v$  - скорость просмотра при корректирной пробе, знаков/мин;  
 $m$  - число ошибок (пропуск знаков, неправильно зачеркнутые знаки).

Показатель внимания: низкий - менее 37; средний - 37-51 и высокий - более 51.

## 2. Количество информации

$$P = n \log_2 N,$$

где  $n$  - число правильно зачеркнутых знаков по корректурной пробе;  
 $N$  - общее количество просмотренных знаков.

## 3. Скорость восприятия информации

$$S = (0,5436 N - 2,807 m) / T,$$

где  $T$  - время опыта, сек.

## 4. Фактическая производительность (формула Уипла)

$$E = NB, B = (n-w) / (n+o),$$

где  $B$  - коэффициент качества;

$o$  - количество пропущенных знаков;

$w$  - количество неправильно зачеркнутых знаков.

Таблица 1

| Данные эксперимента |                    |               |             |                                 |   |                    | Характеристика тестов |        |           |           |
|---------------------|--------------------|---------------|-------------|---------------------------------|---|--------------------|-----------------------|--------|-----------|-----------|
| Вариант таблицы     | Ориентация таблицы | Символ (знак) | Время опыта | Количество просмотренных знаков | Количество правильно зачеркнутых знаков | Общее число ошибок | А, %                  | Р, ед. | С, ед/сек | Е, знаков |
|                     |                    |               |             |                                 |   |                    |                       |        |           |           |

## 2. Исследование индивидуальных особенностей решения эргономических задач.

Индивидуальные особенности решения эргономических задач выражаются:

- в скорости решения;
- в интеллектуальной активности, проявляющейся в нахождении наиболее рациональных путей решения задач (в противоположность методу «проб и ошибок»);
- в качестве решения.

В основу оценки положены следующие положения:

- 1) время решения задач является показателем скорости протекания мыслительных процессов;
- 2) число исправлений характеризует интеллектуальную активность. Чем меньше количество исправлений, тем глубже анализ предлагаемых условий задачи и правильное построение в уме схемы предполагаемых действий. Большое число исправлений свидетельствует о том, что условия задачи были недостаточно полно проанализированы, комбинированное планирование осуществлялось слабо, а задание выполнялось методом «проб и ошибок».

3) ошибки определяют качественную сторону интеллектуальной деятельности. В процессе производственного утомления наблюдается возрастание времени решения задач, количество исправлений и ошибок.

**Методика исследования.** Исследуемые получают бланки задач с семью таблицами (рис. 1) - 25-клеточными квадратами (5x5). Верхняя (столбцы) и левая (строки) каждого квадрата обозначаются индексами от 1 до 5, расположенными в беспорядке.

В каждой из 25 клеток квадрата можно поставить число, равное произведению индексов столбца и строки. Например, для клетки в левом верхнем углу квадрата на рис. 2 (приложение 2) это произведение будет равно 8 (2x4).

Испытуемый должен как можно быстрее подобрать таким образом пять клеток в каждом из квадратов, чтобы сумма их произведений составила заданное число, например, 39,

как в первом квадрате ( $8+3+10+15+3=39$ ).

Желательно, чтобы в каждом столбце и в каждой строке использовалась только одна клетка. Однако допустимо использование в одном из столбцов или строк две клетки (как на рис. 2). Суммы чисел могут быть в пределах от 39 до 51.

Для освоения методики эксперимента дается 10 мин, в течение которых испытуемые отрабатывают навыки в двух квадратах. Затем они решают 4 задачи по вариантам. Время решения каждой задачи, число ошибок и исправлений заносится в *табл. 2*.

*Таблица 2*

| №<br>п/п | Характеристика<br>выполнения работы | Номер задачи |   |   |   | Всего | Среднее<br>значение |
|----------|-------------------------------------|--------------|---|---|---|-------|---------------------|
| 1        | Время решения задачи, сек           | 1            | 2 | 3 | 4 |       |                     |
| 2        | Число ошибок                        |              |   |   |   |       |                     |
| 3        | Число исправлений                   |              |   |   |   |       |                     |

Ошибкой считается неверный подбор сумм, неправильно поставленные произведения в клетках, а также использование двух клеток более чем в одной строке или в одном столбце.

Тест на снижение внимания следует сделать 5-6 раз в начале 1-ого и 2-ого часа занятий, в середине их, в конце каждого часа. Изменения в реакции испытуемого можно представить графически, учитывая количество смен изображений в минуту.

В отчете сопоставляются данные и делается общий вывод о состоянии функции внимания и мыслительных процессов у испытуемого.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

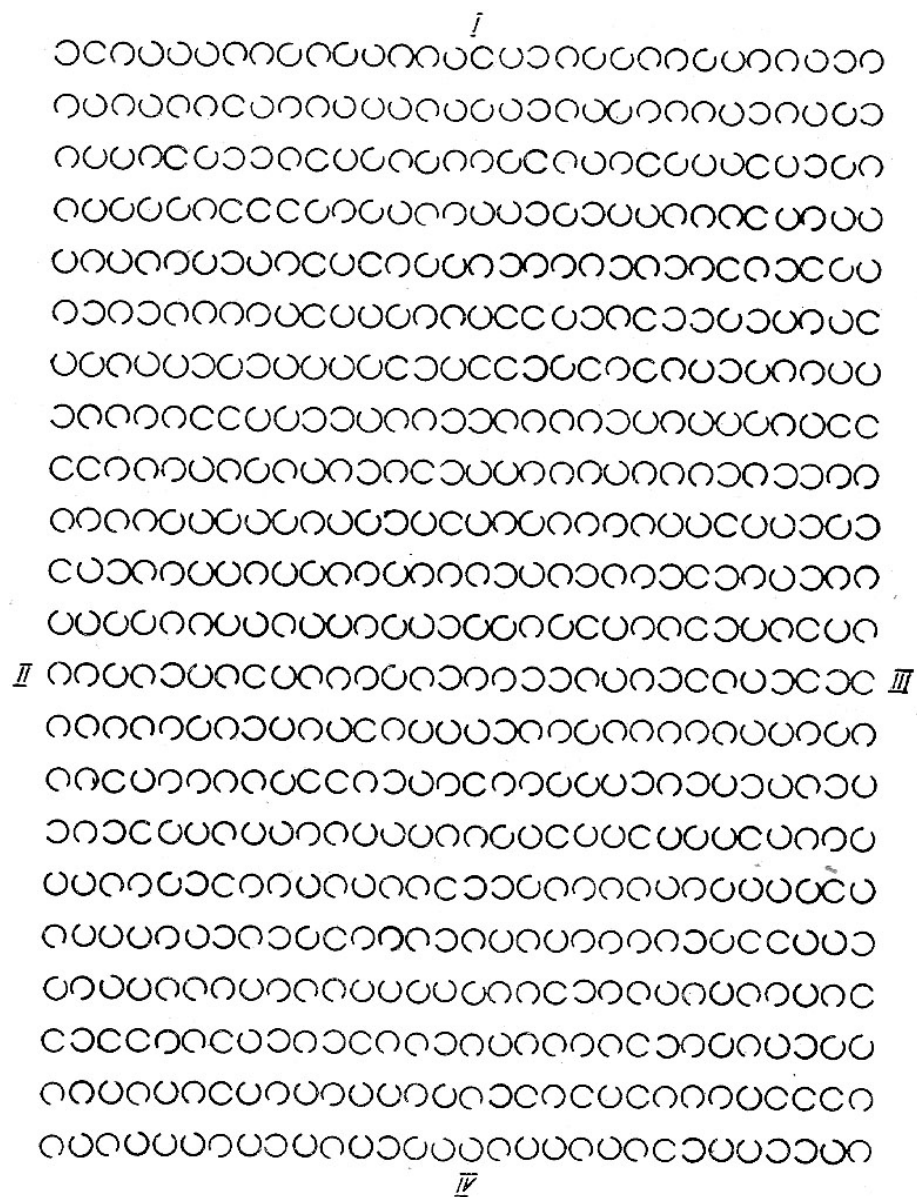


Рис. 1. Карточка корректурной пробы (кольца Ландольта)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Вариант 1

|   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 4 | 3 | 1 | 2  | 5  |   | 4 | 2 | 1 | 3 | 5 |   | 5 | 1 | 2 | 4 | 3 |   | 2 | 4 | 5 | 1 | 3 |
| 2 | 8 |   |   |    |    | 3 |   |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   | 10 |    | 4 |   |   |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |
| 3 |   |   | 3 |    | 15 | 5 |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |    |    | 2 |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   |
| 1 |   | 3 |   |    |    | 1 |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   |

Сумма = 39

Сумма =

Сумма =

Сумма =

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 |   | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 |   | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 |
| 3 |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |   |
| 1 |   |   |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |

Сумма =

Сумма =

Сумма =

В последующих вариантах координаты квадратов остаются без изменения, а сумма и составляющие суммы меняются (составляющие даются без учета очередности).

Вариант 2. Сумма =  $4+10+3+12+10 = 39$ .

Вариант 3. Сумма =  $12+5+6+8+5 = 36$ .

Вариант 4. Сумма =  $4+9+4+20+5 = 42$ .

Вариант 5. Сумма =  $20+10+8+3+3 = 44$ .

**Рис. 2.** Варианты квадратов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ОПЕРАТОРА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

### Цели и задачи практического занятия:

1. Овладеть методиками исследования и оценки тестовых испытаний, позволяющих определить помехоустойчивость оператора при воздействии различных видов помех.
2. Провести экспериментальное определение помехоустойчивости оператора на рабочем месте.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Уровень развития современного производства обуславливает возникновение профессий, при которых эффективность деятельности определяется скоростью реагирования на производственные сигналы, способностью к быстрой и качественной переработке информации.

В формировании быстродействия основная роль принадлежит оперативной и кратковременной памяти. С целью исследования и количественной оценки психофизиологических процессов разработан ряд тестов. В данной работе эксперимент проводится с использованием таблицы Платонова. По времени, затраченному на выполнение задания, судят о скорости переключения внимания.

Ф.Д. Горбов предложил сделать таблицы черно-красными. Испытуемый должен отыскивать черные цифры в нисходящем порядке, а красные - в восходящем, называя их попарно. Время поиска и сообщения фиксируется.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 1. Определение сосредоточенности, устойчивости и переключения внимания.

**Метод Шульте - Платонова (красно-черная таблица).** Метод «отыскания чисел с переключением» позволяет анализировать сосредоточенность, устойчивость и переключение внимания, темп и равномерность работы, систему и планирование поиска, скорость ориентировки, особенности памяти: необходимо запомнить предыдущие цифры, нужные для поиска последующих; предшествующие им ряды чисел затормаживаются.

Студентам раздают черно-красные таблицы Платонова. В таблице (см. приложение), состоящей из 49 клеток (7х7), расположены цифры черного (1-25) и красного (1-24) цвета. Кроме цифр, нанесены координатные обозначения (по принципу шахматной доски). Для получения достоверных данных необходимо, чтобы расположение цифр на таблицах не было одинаковым, что исключает возможность коллективной работы над таблицами. До начала работы ознакомление с таблицей не допускается.

Испытуемый должен как можно быстрее показать поочередно то красные, то черные цифры, причем одни в возрастающем (от 1 до 24), а другие - в убывающем (от 25 до 1) порядке.

Фиксируется время выполнения задания и количество ошибок (нельзя пропускать цифры, допускать ошибочного их определения, т.е. необходимо возвращать испытуемого к ошибочно пропущенным или неверно указанным цифрам). Полученные данные вносятся в *табл. 1* и сравниваются со средними величинами теста, приведенными в *табл. 2*.

*Таблица 1*

| Показатель               | Вариант |   |   |   |   |   |   | Среднее значение |
|--------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|------------------|
|                          | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |                  |
| Время выполнения задания |         |   |   |   |   |   |   |                  |
| Количество ошибок        |         |   |   |   |   |   |   |                  |

Характерные ошибки: пропуск чисел (связан с особенностями оперативной памяти), смещение рядов чисел, обусловленное недостаточной распределенностью внимания.

### *Вариант таблицы*

|    |    |    |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 19 | 8  | 9  | 24 | 20 | 15 | 6  | 1 |
| 23 | 4  | 5  | 12 | 1  | 24 | 13 | 2 |
| 6  | 14 | 18 | 17 | 22 | 2  | 11 | 3 |
| 9  | 22 | 11 | 7  | 21 | 8  | 3  | 4 |
| 3  | 2  | 7  | 16 | 23 | 19 | 16 | 5 |
| 17 | 13 | 1  | 21 | 5  | 10 | 25 | 6 |
| 12 | 15 | 10 | 18 | 20 | 4  | 14 | 7 |
| a  | b  | c  | d  | e  | f  | g  | h |

Контрольные цифры:

Красные:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 6с | 3f | 5a | 7f | 2с | 3a | 5с | 4f | 1с | 7с | 4с | 7a | 2h |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 3b | 1f | 5h | 3d | 7d | 5f | 1e | 6d | 3e | 5e | 2f |

Черные:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2e | 5b | 4h | 2b | 6e | 1h | 4d | 1b | 4a | 6f | 3h | 2d | 6b |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 7h | 7b | 5d | 6a | 3с | 1a | 7e | 4e | 4b | 2a | 1d | 6h |

Таблица 2

| Методика  | Оцениваемый показатель                         | Показатель         |                             |                             |                             |                    |
|---|--|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
|   |  | высокий            | хороший                     | средний                     | ниже среднего               | низкий             |
| <b>Таблица Платонова:</b><br>- время выполнения | Темп, скорость работы                          | Менее 2 мин 36 сек | 2 мин 36 сек - 3 мин 41 сек | 3 мин 42 сек - 5 мин 51 сек | 5 мин 52 сек - 6 мин 56 сек | Более 6 мин 56 сек |
| - ошибки при выполнении                         | Оперативная память, сосредоточенность внимания | 0                  | 1-2                         | 3-4                         | 5-6                         | Более 6            |

Безошибочность работы является существенным показателем развитого внимания; высокая скорость выполнения задания в значительной мере указывает на выработанную у оператора систему и правильное планирование работы, наличие у оператора быстрого темпа поиска.

## 2. Оценка индивидуальных возможностей оператора.

Работа проводится с новыми вариантами таблицы. По сигналу преподавателя испытуемый начинает проработку в следующем порядке: не записывая значения отыскиваемых цифр, необходимо записать их координат, последовательно чередуя черные и красные цифры. Черные цифры записываются в возрастающем порядке (от 1 до 25), а красные - в убывающем (от 24 до 1). Время работы с таблицей фиксируется по секундомеру.

После окончания работы проводится проверка.

Оценка проводится в следующем порядке:

- 1) определяется время работы  $t_i$  и число допущенных ошибок  $q_i$  для каждого испытуемого;
- 2) проводится подсчет среднего времени для группы  $t_{CP}$ ;
- 3) определяется коэффициент эффективности работы для каждого испытуемого по

формуле

$$K_{\Sigma} = ,$$

где  $g_i$  - число правильных ответов;

$q_i$  - число ошибок;

$t_i$  - время работы с таблицей;

$t_{CP}$  - среднее групповой время.

Сопоставляя полученные данные у разных испытуемых и зная требования системы, можно определить индивидуальные возможности оператора и степень его пригодности для работы в системах разного типа.

В том случае, когда испытуемый не допустил ошибки, дается задание большей трудности (применяется усложненная методика записи - записываются координаты пары цифр одного цвета, а затем пары цифр другого цвета).

### 3. Определение помехоустойчивости оператора.

Для определения помехоустойчивости оператора по отношению к помехам различного характера задание выполняется при воздействии индифферентной помехи (звук генератора) и при воздействии однотипной помехи (магнитофонная запись речевых обобщений в виде цифровых и буквенных сочетаний, подобных координатам черно-красной таблицы). Полученные результаты обрабатываются по прежней схеме.

Полученные результаты наносятся на график: на оси абсцисс откладывается время работы с таблицей  $t$ , на оси ординат - число допущенных ошибок  $q$ . График строится по точкам I - результат испытаний без помех; II, III - испытания при различных помехах.

В зависимости от свойств личности, качества памяти, типа высшей нервной деятельности положение кривой на графике может быть различным.

Отчет по работе содержит результаты испытаний оператора на помехоустойчивость.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Вариант 2

|          |          |          |          |          |          |          |   |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| 7        | 13       | 4        | 8        | 16       | 24       | 3        | 1 |
| 23       | 1        | 11       | 6        | 2        | 24       | 10       | 2 |
| 14       | 18       | 9        | 20       | 15       | 20       | 5        | 3 |
| 5        | 25       | 15       | 3        | 1        | 19       | 9        | 4 |
| 18       | 4        | 21       | 22       | 17       | 14       | 13       | 5 |
| 19       | 23       | 2        | 12       | 17       | 8        | 12       | 6 |
| 11       | 10       | 16       | 7        | 6        | 22       | 21       | 7 |
| <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>d</i> | <i>e</i> | <i>f</i> | <i>g</i> |   |

Контрольные цифры:

Красные:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 4e | 6c | 1g | 1c | 4a | 2d | 7d | 6f | 4g | 7b | 2c | 6g | 1b |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 5f | 4c | 1e | 6e | 3b | 6a | 3f | 7g | 5d | 2a | 2f |



Черные:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2b | 2e | 4d | 5b | 3g | 7e | 1a | 1d | 3c | 2g | 7a | 6d | 5g |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 3a | 3e | 7c | 5e | 5a | 4f | 3d | 5c | 7f | 6b | 1f | 4b |

## **Практическая работа № 6**

**Учет социально–психологических факторов при проектировании среды.**

**Профессиональный отбор.**

**Коллектив.**

### **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА**

**Цели и задачи практического занятия:**

1. Научиться выбирать для каждой категории работников показатели деятельности.
2. Освоить методику оценки значимости (весовые коэффициенты) выбранным показателям.
3. Научиться давать оценки работнику по всем показателям деятельности, определять соответствие работника занимаемой должности и рассчитывать рекомендуемую величину заработной платы.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Повышение производительности труда инженерно-технического персонала, производственных и научно-исследовательских коллективов является важной задачей производства. Для решения данной проблемы необходим правильный подбор и расстановка кадров, внедрение эффективной системы оплаты труда. Определить эффективность труда каждого работника и выявить соответствие его занимаемой должности можно по аналитической оценке его деятельности, в основу которой положен метод, предложенный Н. Цыбакиным и Н. Ревенко.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Группа студентов под руководством преподавателя изучает методическую разработку, после чего получает задание (результаты проведенного обследования на предприятии) и проводит аналитическую оценку согласно методике, излагаемой ниже. Для проведения работы необходимо распределить производственный коллектив на группы в зависимости от характера выполняемых работ. В одну группу объединяют работников со сходными функциями, заработной платой и т.д. Например, в условиях производства такую группу могут составлять рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники, служащие и руководящий состав.

Подразделение групп проводится специальной комиссией (в составе руководителя предприятия, главного специалиста, представителей профсоюзной организации и экономиста), которая выбирает показатели производственной деятельности оцениваемой группы и коэффициенты значимости (К) каждого показателя. Наиболее важные для данной группы показатели оцениваются высшим коэффициентом - 1,00, остальные - долями единицы.

Для *производственных ИТР* примерный перечень показателей деятельности и

коэффициентов их значимости представлены в *табл. 1*.

*Таблица 1*

| № п/п | Показатель деятельности             | Весовой коэффициент    | Балл, Б | Комплексная оценка Q=КБ |
|-------|-------------------------------------|------------------------|---------|-------------------------|
| 1     | Выполнение производственных заданий | 1,0 (K <sub>1</sub> )  |         |                         |
| 2     | Сложность выполнения работ          | 1,0 (K <sub>2</sub> )  |         |                         |
| 3     | Качество работ                      | 0,8 (K <sub>3</sub> )  |         |                         |
| 4     | Техническая эрудиция                | 0,8 (K <sub>4</sub> )  |         |                         |
| 5     | Инициатива, творческий поиск        | 0,5 (K <sub>5</sub> )  |         |                         |
| 6     | Трудовая дисциплина                 | 0,5 (K <sub>6</sub> )  |         |                         |
| 7     | Отношение к общественной работе     | 0,2 (K <sub>7</sub> )  |         |                         |
| 8     | Взаимоотношения с людьми            | 0,4 (K <sub>8</sub> )  |         |                         |
| 9     | Образование                         | 0,6 (K <sub>9</sub> )  |         |                         |
| 10    | Стаж работы                         | 0,6 (K <sub>10</sub> ) |         |                         |

Для **руководителей производства**: K<sub>1</sub> =1,0; K<sub>4</sub>=0,8; K<sub>5</sub>=0,7; K<sub>6</sub>=0,5; K<sub>7</sub>=0,4; K<sub>8</sub>=0,8; K<sub>9</sub>=0,3; K<sub>10</sub>=0,4 (п. 2 и 3 опускаются).

Для **конструкторов-разработчиков**: K<sub>1</sub>=0,6; K<sub>2</sub>=1,0; K<sub>3</sub>=0,9; K<sub>4</sub>=1,0; K<sub>5</sub>=0,9; K<sub>6</sub>=0,1; K<sub>7</sub>=0,1; K<sub>8</sub>=0,2; K<sub>9</sub>=0,3; K<sub>10</sub>=0,3.

В реальных условиях коэффициенты могут быть другие.

Балльная оценка по каждому показателю деятельности дается по системе: “плохо” - 2; “удовлетворительно” - 3; “хорошо” - 4; “отлично” - 5 и “превосходно” - 6.

Аттестация проводится руководителем и комиссией, состоящей из профорга и двух выборных членов коллектива. Непосредственный руководитель на основании балльной шкалы оценивает каждого работника. После обсуждения оценки руководителя каждый член комиссии вставляют работнику оценку по этому показателю деятельности (Б). Окончательная оценка показателя деятельности определяется:

$$B_i = (B_{рук} + \sum_j) / n / 2,$$

где B<sub>рук</sub> - балл, выставленный руководителем;

B<sub>i</sub> - оценка члена комиссии; j - число членов комиссии.

Такие виды деятельности, как в пунктах 1-3 *табл. 1*, могут быть приняты и без голосования в случае единодушной оценки по шкале баллов. Пункты 9, 10 не голосуются, а балл выставляется на основании документов. Пункты 4 - 8 голосуются обязательно. По пунктам 7 и 8 окончательная оценка выводится так:

$$B_i = (B_{рук} + \sum_j) / (n+1).$$

Оценки всех работников проводятся сначала по одному виду, потом по второму и т. д.

При оценке члена комиссии голос его не учитывается. Можно использовать и метод самооценок при несогласии работника с оценкой, тогда составляют его самооценочный лист с листом аттестации и разбирают по шкале правильность выставленных оценок.

Для **п. 1 - «Выполнение задания»** - граничные интервалы производственного задания и оцениваются в баллах (*табл. 2*). Промежуточные показатели оцениваются с помощью добавки к соответствующему баллу. Добавка (b) определяется интерполированием.

*Таблица 2*

| Выполнение задания в % | Балльная оценка Б |
|------------------------|-------------------|
| Не менее 80            | 2                 |

|             |   |
|-------------|---|
| 90          | 3 |
| 100         | 4 |
| 120         | 5 |
| 150 и более | 6 |

*Пример 1:* задание выполнено на 87%, добавка к баллу

$$b=(87-80)/10=0,7, B=2,70.$$

*Пример 2:* задание выполнено на 130%, в этом случае

$$b=(130-120)/30=0,33, B=5,33.$$

Для п. 2 - “Сложность выполнения работ” - в справочниках НИИ труда дается четкая классификация работ. Работы по сложности подразделяются на 5 групп с соответствующими оценками от 2 до 6.

Уникальные, редко встречающиеся и сложные работы оцениваются в 6 баллов (I категория), сложные работы, отличающиеся от обычных (стандартных), - 5 баллов (II категория), обычные для данного контингента работы - 4 балла (III категория), работы, простые по сравнению с III категорией, не требующие высокой профессиональной квалификации - 3 балла (IV категория), и абсолютно простые, явно ниже квалификации работника - 2 балла (V категория).

Если на протяжении отрезка времени работник выполняет различные категории работ, то за месяц выводится взвешенная величина:

$$B_2=(\sum_i n_i)/100, i = 1...5$$

где  $B_2$  - средний месячный балл по сложности работы;

$B_i$  - балльная оценка по каждой категории работы, где  $i=1,2,...,5$ ;  $B_{i1}=6$ ;  $B_{i2}=5$ ; ... ;  $B_{i5}=2$ ;

$n_i$  - % выполнения работы категории  $i$ .

*Пример:* конструктор А за месяц выполнил 20% работ I категории, 80% работ II категории:  $B_2=(6 \times 20\% + 5 \times 80\%) / 100 = 5,20$

Для п. 3 - “Качество работ” - показателем качества работ является процент допускаемого брака

$$B_p = B_o + D/2$$

где  $B_p$  - обобщенный показатель брака;

$B_o$  - процент брака;

$D$  - процент доделок (табл. 3).

Таблица 3

| Обобщенный показатель $B_p$ | Балльная оценка $B_3$ |
|-----------------------------|-----------------------|
| 0                           | 6                     |
| 2                           | 5                     |
| 4                           | 4                     |
| 6                           | 3                     |
| 8                           | 2                     |

Промежуточные значения оценки находятся интерполированием.

Например: работник допускает 1% брака и 3% доделок,

$$B_p=1+3/2=2,50.$$

Балльная оценка  $B_3=4,75$ .

Для п. 4 - “Техническая эрудиция” - оценка также проводится по пятибалльной системе на основании следующих данных:

- работник самостоятельно решает вопросы в пределах задания, не допускает ошибок,

связанных с незнанием (непониманием) технической сути вопроса, грамотно оформляет документацию - 4 балла;

- систематически читает специальную техническую литературу, применяет новинки в своей работе, дает объяснения и консультации другим работникам по техническим вопросам, может подготовить техническое задание, обзор по новому вопросу, квалифицированно разбирается в новой технической документации, может обнаружить технические ошибки в работе других товарищей и т. д. - 5 баллов;

- очень хорошо знаком с развитием смежных областей техники, владеет математическим аппаратом шире необходимой области, квалифицированно разбирается в вопросах смежных специальностей, является авторитетом в своем коллективе и грамотным экспертом, автором руководств, методических пособий по специальности - 6 баллов;

- самостоятельно не решает новых технических задач, при выполнении нового задания, в расчетах, чертежах допускает ошибки. Работу выполняет только под контролем - 3 балла;

- может выполнить только строго определенные задания, работа требует постоянного контроля, допускает грубые ошибки, не знаком с вопросами, не относящимся непосредственно к оперативной деятельности, плохо читает чертежи, не разбирается в расчетах, не может объяснить техническую суть процесса и т. д. - 2 балла.

Для п. 5 - **“Творческий поиск, инициатива”**:

- критически рассматривает задания, проявляет инициативу в улучшении работы, стремится найти и устранить недостатки, принимает участие в работах технических обществ, конференций, участвует в разработке рацпредложений - 4 балла;

- систематически занимается рационализацией и изобретательством, инициатор рацпредложений - 5 баллов;

- проводит систематические научные исследования в своей области, имеет авторские свидетельства, монографии, публикует статьи, работает над диссертацией - 6 баллов. В остальных случаях - 0 баллов.

Для п. 6 - **“Трудовая дисциплина”**:

- выполняет в срок все распоряжения и инструкции, не имеет прогулов, опозданий, дисциплинарных взысканий - 4 балла;

- в дополнение борется на производстве с нарушителями трудовой дисциплины, является примером для работников - 5 баллов;

- проявляет высокую сознательность и большую личную заинтересованность в успешной работе коллектива, систематически борется за престиж и высокий моральный уровень коллектива, ведёт большую воспитательную работу с молодёжью - 6 баллов;

- допускает изредка опоздания, прогулы, иногда бывают “срывы” поведения во взаимоотношениях с начальниками, не всегда чётко выполняет инструкции и распоряжения - 3 балла;

- часто нарушает распорядок работы, допускает опоздания, прогулы, невыполнение инструкций - 2 балла;

- допускает аморальные поступки (пьянство, хулиганство и т. д.), систематически не выполняет распоряжений - “0” баллов.

По этому пункту могут быть учтены и промежуточные оценки (например, 2,5 балла).

Для п. 7 – **«Отношение к общественной работе»**:

- принимает участие в общественных мероприятиях (собрания, воскресники, культпоходы и т.п.), выполняет поручения – 4 балла;

- активно работает в одной из общественных организаций, уделяет много времени общественной работе, положительно оцениваемой коллективом, - 5 баллов;

- является выборным общественным работником (секретарь ... организации,

председатель ... комитета, депутат и т.д.) – 6 баллов.

Остальное - 0 баллов.

Для **п. 8 – «Взаимоотношения с людьми»:**

- отличается «ровным» поведением, корректен, не допускает грубостей, уважительно относится к товарищам, пользуется уважением, не участвует в конфликтных ситуациях, проявляет заботу и внимание к товарищам и т.д. – 4 балла;

- пользуется всеобщим уважением и симпатией, чуток и отзывчив, помогает товарищам в работе, в нерабочее время – 5 баллов;

- замкнут, плохо контактирует с людьми, поддерживает сугубо официальные отношения – 3 балла;

- является образцом контакта с людьми по своим деловым и человеческим качествам – 6 баллов;

- не пользуется уважением и симпатией людей, отношение к нему безразличное – 2 балла. Лица, вызывающие антипатию, вступающие в частые конфликты, получают 0 баллов.

Для **п. 9 – «Образование»:**

- окончившие учебное заведение по прямой специальности, соответствующей их должности (например, для техника - техникум, инженера - вуз), получают 4 балла (окончившие с отличием - 4,5);

- в дополнение окончившие курсы, факультет повышения квалификации или учебное заведение, дающее право на должность выше занимаемой, окончившие дополнительное учебное заведение – 5 баллов;

- имеющие ученую степень или звание, прошедшие аспирантуру (по своей специальности) – 6 баллов;

- окончившие учебные заведения без отрыва от производства, либо не по данной узкой специальности, либо техникум – 3 балла;

- не имеющие специальной подготовки в данной области, но имеющие уровень среднего образования - 2 балла;

- лица без образования - 0 баллов.

Для **п. 10 – «Стаж работы»:**

- стаж до 3-х лет определяется так:  $B = a/12$ , где  $a$  - число месяцев после базового стажа работы. Оценка составляет 0—3 балла;

- стаж 3-5 лет:  $B = 3 + a/24$ , оценка 3—4 балла;

- стаж 5-10 лет:  $B = 4 + a/60$ ; оценка 4—5 баллов;

- стаж 10-15 лет:  $B = 5 + a/60$ , оценка 5-6 баллов;

- более 15 лет – 6 баллов.

Комплексная оценка работника по каждому виду деятельности рассчитывается по формуле  $Q_i = K_i B_i$  (для этого необходимо составить таблицу окончательных оценок (табл. 4). После этого определяется средняя комплексная оценка работника:

$$Q_i \text{ сред} = \sum K_i B_i / 10, \text{ где } i = 1 \dots 10.$$

Затем выводится коэффициент соответствия работника занимаемой должности  $Z$ , который определяется как отношение средней комплексной оценки данного работника к средней комплексной оценке работника, полностью соответствующего занимаемой должности (по всем видам деятельности имеет оценку 4 балла):

$$Z_i = Q_i \text{ сред} / Q_4 \text{ сред},$$

$$\text{где } Q_4 \text{ сред} = \sum B_i / 10 = 6,4 \times 4 / 10 = 2,56 = \text{const.}$$

Для оценки коэффициента соответствия необходимо рассчитать максимальное и минимальное значения  $Z$ :

$$Z_{\max} = Q_5 \text{ сред} / Q_4 \text{ сред} = 0,5 \sum B_i / 0,4 \sum B_i = 0,5 / 0,4 = 1,25;$$

$$Z_{\min} = Q_3 \text{ сред} / Q_4 \text{ сред} = 0,3 / 0,4 = 0,75.$$

Таблица 4

| Показатель деятельности | К   | Работник А<br>Б О |  | Работник Б<br>Б О |  | Работник В<br>Б О |  |
|-------------------------|-----|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|
| 1                       | 1,0 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 2                       | 1,0 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 3                       | 0,8 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 4                       | 0,8 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 5                       | 0,5 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 6                       | 0,5 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 7                       | 0,2 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 8                       | 0,4 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 9                       | 0,6 |                   |  |                   |  |                   |  |
| 10                      | 0,6 |                   |  |                   |  |                   |  |
| $\Sigma$                | 6,4 |                   |  |                   |  |                   |  |
| Qсред                   | -   |                   |  |                   |  |                   |  |
| $Z_i$                   | -   |                   |  |                   |  |                   |  |

Диапазон от  $Z_{\max}$  до  $Z_{\min}$  разбивают на зоны соответствия:

1. Зона  $Z_i < 0,75$  – обязательного снижения
2. Зона  $0,75—0,90$  – возможного снижения.
3. Зона  $0,90 – 1,10$  – полного соответствия.
4. Зона  $1,10—1,25$  – возможного повышения.
5. Зона  $Z_i > 1,25$  – обязательного повышения.

Аналитический метод позволяет объективно определить величину заработной платы работника.

Сумма зарплаты может быть выражена:  $P_i = f(Z_i)$ ,

где  $P_i$  - сумма зарплаты;  $Z_i$  - коэффициент соответствия.

Для каждой серии должностей имеется определенная «вилка» зарплаты ( $P_{\min} \dots P_{\max}$ ).

Оклад будет зависеть от коэффициента соответствия ( $Z_i$ ):

$$P_i = P_{\min} + \Delta P(Z_i - Z_{\min}) / \Delta Z,$$

где  $\Delta P = P_{\max} - P_{\min}$ ;

$\Delta Z = Z_{\max} - Z_{\min}$  ( $\Delta Z = 0,5$ ).

Отчет по лабораторной работе выполняется по изложенной выше схеме и завершается материалами таблиц окончательной (табл.4) и сравнительной (табл.5) оценки работников, разработкой рекомендаций и общим заключением по выполненному заданию.

Таблица 5

| Лицо | Ранг | Зарплата | Зона соответствия |
|------|------|----------|-------------------|
|      |      |          |                   |

## Варианты

**Иванов** - рабочий. Выполняет задание на 83%. Сложность работ - обычные для данного контингента работы. 3% доделок. Новые технические задачи самостоятельно не решает. Изредка опаздывает. Замкнут, плохо контактирует с людьми. Среднее образование. Стаж работы - 8 лет.

**Михайлин** - рабочий. Выполняет задание на 105 % , причем уникальные работы 1-й категории составляют 30% от общего объема работ, сложные работы 2-й категории - 70%. Допускает 1% доделок. Способен самостоятельно решить вопросы в пределах своего задания. Является рационализатором и изобретателем. Не имеет прогулов. «Ровное» поведение с коллегами. Окончил техникум. Стаж работы - 17 лет.

**Сидоров** - рабочий. Выполняет задание на 102% абсолютно простые. Допускает 2% брака и 2% доделок. Способен самостоятельно решить вопросы в пределах своего задания. Не имеет прогулов. Является выборным общественным работником. «Ровно» общается с людьми. Имеет среднее образование. Стаж работы - 4 года.

**Производственный ИТР.** Выполняет задание на 90%. Работы обычные для данного контингента. Допускает 2% брака. Читает техническую литературу. Работает над рацпредложением. Борется с нарушителями трудовой дисциплины. Принимает участие в культпоходах группы. «Ровное» отношение с коллегами. Закончил учебное заведение без отрыва от производства. Стаж работы - 6 лет.

**Руководитель группы.** Выполняет работу на 100%. Регулярно читает техническую литературу. Имеет авторские свидетельства, пишет диссертацию. Ведет работу с молодежью. Является депутатом. Пользуется всеобщим уважением. Закончил аспирантуру. Стаж работы - 11 лет.

**Конструктор.** Выполняет работу на 100%. Выполняет сложные задания, отличающиеся от стандартных 40% от общего объема работ, обычные работ - 60%. 1% доработок. Хорошо знаком с развитием смежных отраслей. Принимал участие в работе конференций. Не имеет прогулов, выполняет все инструкции. Принимает участие в воскресниках. «Ровное» отношение с коллегами. Закончил вуз с отличием. Стаж работы - 7 лет.

**Петров – дизайнер-конструктор.** Выполняет все порученный ему дизайн-проекты. Исходя из специфики производства ему поручают работы, обычные для данного контингента разработчиков. Качество работ высокое, хотя в 5% случаях приходится дорабатывать по месту. Иногда допускает технические ошибки при разработке чертежей, так как не имеет высшего образования по данной специальности (закончил колледж). Дисциплинирован. Прогулов, опозданий не имеет. Добросовестно выполняет общественные поручения. Однако в коллективе замкнут, неконтактен. Стаж работы – 2 года.

**Ведущий дизайнер фирмы.** Работает очень продуктивно, выполняя не только свои разработки, но и с целью повышения престижа фирмы, порой и до 21% разработок менее опытных коллег (как правило, задачи повышенной сложности). Брак не допускает.

Квалифицированно разбирается в вопросах смежных специальностей. Как руководитель дизайн-группы борется с нарушителями трудовой дисциплины. Однако с коллегами поддерживает лишь сугубо официальные отношения. Имеет высшее образование по данной специальности и уже 14 лет работает дизайнером.

**Художник-оформитель.** Работает на одном из машиностроительных заводов, занимается разработкой интерьеров цеховых помещений, выпуском плакатов и т.д. Однако, ввиду имеющих место «срывов» поведения, работу выполняет на 82% по сравнению со статистическими показателями по его специальности. Категория выполняемых работ – обычная для данного контингента. В 7% приходится дорабатывать по месту. Работа требует постоянного контроля. Активно принимает участие в культпоходах, проводимых трудовым коллективом, и, не смотря на общительность, не пользуется уважением в коллективе. Окончил учебное заведение по данной специальности. Стаж – 22 года.

**Профорг группы** – выполняет работу по функционированию профсоюзной организации своей фирмы в полном объеме. Самостоятельно решает вопросы в пределах своей должности, не допуская ошибок, связанных с незнанием законодательных актов или демонстрирующих его некомпетентность. Борется за престиж своего коллектива, является выборным общественным работником. Но с коллективом поддерживает сугубо официальные отношения, акцентируя внимание на деловых проблемах и пренебрегая человеческими чувствами. Окончил факультет повышения квалификации. Имеет стаж работы 13 лет.

## **Практическая работа № 7**

### **Использование данных физиологии труда при эргономическом обеспечении проектирования.**

#### **Задачи физиологии труда.**

#### **Функциональные состояния организма человека по системе В.И. Медведева.**

#### **Производительность труда и ее колебания.**

#### *Рекомендуемые усилия на органы управления*

Рукоятки – 2-4 кг

Кнопки, тумблеры – 0,14...1,2 кг.

Рычаги ручные, используемые редко – 12-16 кг,  
часто - 2-4 кг (2,5-4 кг).

Рычаги, действующие «вперед- назад» – 15 кг,  
«вбок» – 13 кг.

Ножные педали, используемые редко – до 30 кг,  
часто – 2-5 кг (4-5 кг).

Советский ученый Уфлянд Ю.М. изучал силу различных мышечных групп. Сила на педаль в положении сидя с упором на спинку может быть развита до 200 кгс при угле в колене 160 град.

(По некоторым данным – до 301 кгс).

#### **Энергетические затраты**



Долговременная тяжелая физическая нагрузка наносит вред организму.

Высшая граница **физической мощности** составляет 8300 кДж энергии за смену.

Допустимой энергией является 6250 кДж за смену для здорового мужчины и 4150 кДж для женщины за 8 ч работы.

Чистый расход за неделю у мужчин не должен превышать 33000 кДж в оптимальных микроклиматических условиях.

Максимальный энергетический расход за сутки не должен превышать 20000 кДж, включая основной обмен, т.е. энергию на поддержание температуры тела – 290 кДж/ час, и расход энергии в нерабочее время.

**Энергетические затраты** зависят от интенсивности мышечной работы, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения, температуры, влажности и др.

Суточные затраты энергии:

для лиц умственного труда (инженеры, врачи, педагоги) - 10,5 - 11,7 МДж,

для работников механизированного труда и сферы обслуживания (продавцы, медсестры) - 11,3- 12,5 МДж,

работников, выполняющих работу средней тяжести (шахтеры, хирурги, с/х рабочие) - 12,5 - 15,5 МДж,

выполняющих тяжелую физическую работу (горнорабочие, лесорубы, грузчики, металлургов) - 16,3 - 18 МДж.

Очень легкая работа (канцелярская сидя) - 1250 кДж за смену (6 кДж за минуту),  
потребление кислорода 0,5 л/мин, частота пульса 70-80

Легкая (сидя) - 1250-2500 кДж за смену

Умеренная (перенос легких предметов) - 2500 - 4150 кДж за смену (12-20 за минуту),  
потребление кислорода 0,5 - 1 л/мин, пульс 90-100

Средняя (производство, тяжесть 15 кг) - 4150-6250 кДж, кислород 1-1,5 , пульс 100-125

Тяжелая (ручная погрузка, груз более 30 кг) - 6250-8300 кДж, пульс 125-150

Очень тяжелая (кузнец, груз более 50 кг) - 8300 кДж, кислород 2-2,5 л/мин, пульс 150.

Затраты меняются в зависимости от рабочей позы. При неудобной позе затраты выше, чем при работе стоя и сидя. При усилиях не более 50 Н можно выполнять работу сидя, более 100 Н - желательно стоя.

## **Практическая работа № 8**

**Физиологические предпосылки целесообразной организации труда.**

**Статическая и динамическая мышечная работа.**

**Виды утомления. Режим работы и отдыха**

### **Подъем и переноска грузов**

Женщинам запрещено поднимать и переносить грузы:

- свыше 15 кг при ручном подъеме;
- свыше 50 кг на ручной тачке;
- свыше 100 кг на двухколесной тележке;
- свыше 600 кг при доставке рельсовым транспортом.

Юношам в возрасте 16-18 лет запрещено переносить грузы:

- свыше 20 кг при ручной переноске;
- свыше 50 кг при переноске на носилках вдвоем;
- свыше 100 кг.

Девушкам 16-18 лет запрещено переносить грузы:

- свыше 13 кг при ручной переноске;
- свыше 30 кг при переноске на носилках вдвоем;
- свыше 65 кг на четырехколесной тележке.

При подъеме тяжелого предмета несколькими рабочими масса на одного рабочего должна быть менее 40 кг.

Подросткам до 16 лет запрещено переносить грузы более 10 кг при ручной переноске.

Производительность труда при подъеме зависит от формы груза и способа захвата. Наибольшую производительность при подъеме можно достигнуть, если часть груза имеет диаметр 20-35 мм. Оптимальный захват на высоте 40 см от пола.

Работа мышц эффективна при грузе весом 20-25 кг. Если груз легкий (менее 10 кг), подъем неэффективен ввиду затрат силы на подъем тела.

**Отдых.** При особо тяжелых работах следует сочетать работу в течение 15-20 мин отдыхом такой продолжительности. Кроме регламентированных перерывов существуют микропаузы - возникают самопроизвольно между операциями и действиями, позволяют сохранить работоспособность. Микропаузы оставляют 9-10% рабочего времени.

### **Практическое занятие (семинар) № 9**

#### **Рабочие движения. Физическое напряжение.**

#### **Виды движений. Основные правила организации движений.**

#### **Скорость и точность движений. Пространственные характеристики движений.**

#### **Рабочие движения. Физическое напряжение**

Движения человека происходят в пространстве и во времени и определяются взаимосвязанными сложными механическими, физиологическими и психологическими факторами.

Моторика человека охватывает вопросы структуры и деятельности двигательного аппарата человека.

#### ***Основные правила:***

- Правило симметричности. Одновременные движения рук должны быть симметричными и совершаться в противоположном направлении.
- Правило одновременности движения. Обе руки должны закончить работу одновременно.
- Правило естественности – движения должны завершаться в положении, удобном для начала следующего движения. Предыдущее и последующее движения д.б. плавно связаны.
- Правило ритмичности. Движения должны быть простыми и ритмичными. Ритм свободный, а не обусловлен работой машины.
- Движения должны выполняться в пределах поля зрения и быть связаны со зрительной информацией.
- Прямолинейные движения неудобны.

- Непрерывные криволинейные быстрее одиночных с внезапным изменением направления.
- Горизонтальные быстрее и точнее вертикальных.
- Движения менее утомительны, если совершаются в направлении земного притяжения.
- Инерцию следует использовать всюду, где она помогает работнику в движении.
- Движения «к телу» быстрее, чем «от тела», но «от тела» точнее.
- Скорость для правой руки «слева – направо» больше, чем «справа – налево».
- Динамическая работа рук протекает более координировано в положении стоя.
- Точные движения лучше выполняются сидя, чем стоя.

**Характеристики** рабочих движений:

- скоростные (временные),
- пространственные,
- силовые,
- точностные.

### **Скоростные характеристики**

Скорость движения рук больше скорости движения ног.

Криволинейные движения быстрее прямолинейных. Вращательные движения в 1,5 раза быстрее поступательных.

Руки в горизонтальной плоскости двигаются быстрее, чем в вертикальной.

Движения, совершаемые конечностями на удалении от тела, более медленные.

При необходимости быстрой реакции у мобильного оборудования элемент управления брать на себя, у стационарного - от себя. Если требуется быстрая реакция, лучше использовать движение «к себе».

Движения прямо быстрее движения в сторону.

Наибольшая скорость у движений «сверху вниз», наименьшая – «снизу вверх».

Наибольшую скорость и ловкость движений руками при работе стоя можно достичь на уровне на 50-100 мм ниже локтей, т.е. в положении рук, согнутых под углом 90-100 град.

Максимальная рабочая частота движения руки 80 раз/мин,  
ноги 45 раз/мин,  
тела 30 раз/мин,  
пальцев 6 раз/сек,  
ладони 3 р/сек,  
предплечья 1 р/сек.

Максимальный темп вращательного движения- 4- 4,8 об/сек.

Наибольшая скорость при радиусе ручки 3 см.

Макс. темп нажимных движений при величине усилия

25 г – 6,68 нажимов/сек.

400 г – 6,14 нажимов/сек.

Максимальный темп ударных движений 5...14 ударов/сек.

Оптимальный темп при продолжительной работе – 1,5 – 5 ударов/сек.

Если движение выполняется в ответ на внешние сигналы, интервал между сигналами должен быть не менее 0,5 сек. Иначе реакция на него задерживается до завершения реакции на предыдущий сигнал. Данный эффект – психологическая рефракторная фаза.

Заниженная скорость работы также приводит к торможению, падению

работоспособности.

### **Пространственные характеристики**

Определяется размерами рабочего поля, размерами рук оператора.

Для количественной оценки удобства работы в зонах вводится понятие коэффициента удобства  $K_y = T_y / T_{зон}$ :

$T_y$  – время выполнения операции в наиболее удобной зоне

$T_{зон}$  – время выполнения операции в данной рабочей зоне.

для оптимальной зоны  $K_y = 1$ ,

для допустимой -  $K_y = 0,9$ ,

для зоны максимальной досягаемости  $K_y = 0,3 \dots 0,6$ .

Предпочтительнее круговые и эллиптические траектории движения по сравнению с прямоугольными (производительность повышается, утомляемость уменьшается).

Количество наклонов за смену шлифовальщика при работе на круглошлифовальном станке (Харьковский станкостроительный завод) – 2332 из-за большого расстояния до органов управления.

#### **Максимальное значение движения частей тела в град. (амплитуда град)**

|                  | Сгибание | Разгибание | Боковой наклон | Скручивание |
|------------------|----------|------------|----------------|-------------|
| Шея              | 70       | 60         | 30             | 50          |
| Грудь            | 40       | 30         | 35             | 5           |
| Поясница         | 50       | 55         | 100            | 40          |
| Туловище в целом | 160      | 145        | 165            | 120         |

|            | Сгибание       | Разгибание  | Отведение      | Приведение  | Вращение к туловищу | Вращение от туловища |
|------------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------------|----------------------|
| Кисть      | 95<br>75-110   | 60<br>32-80 | 27<br>15-40    | 60<br>52-79 | -                   | -                    |
| Предплечье | 140<br>126-150 | -           | -              | -           | 99                  | 91                   |
| Плечо      | 179<br>164-191 | 55<br>40-71 | 124<br>113-154 | -           | -                   | 35<br>30-40          |
| Лопатка    | -              | -           | 15-20          | 30-40       | -                   | -                    |
| Бедро      | 98<br>63-119   | 48<br>26-70 | 70<br>39-98    | -           | 61<br>39-80         | 37<br>24-48          |
| Голень     | 127<br>118-136 | -           | -              | -           | 20-40               | 40-60                |
| Стопа      | 28<br>18-43    | 37<br>25-46 | 10-15          | 20-30       | -                   | -                    |

### **Точностные характеристики**

Точные движения лучше выполнять сидя.

Наибольшая точность движений (ощущений) достигается в горизонтальной плоскости в зоне, расположенной на расстоянии 15-35 см от средней линии тела при амплитуде движений в локтевом суставе 50-60 град.

Точность движения рук у стоящего человека оптимальна на высоте 60-70 % высоты человека, у сидящего - 57 % высоты сидящего человека.

Длительность движения оценивается с точностью 0,1- 0,2 сек.

## Практическое занятие № 10 Мышечная сила. Усилия на органы управления.

### Силовые характеристики

| Мышечная группа                                 | Мужчины   | Женщины |
|---|-----------|---------|
| Ручная (при сжатии динамометра рукой):          | Сила, кгс | Кгс     |
| - правая (предплечье)                           | 38,6      | 22,2    |
| - левая   | 36,2      | 20,4    |
| Бицепс:   |           |         |
| - правая рука                                   | 27,9      | 13,6    |
| - левая рука                                    | 26,8      | 13,0    |
| Сгибание кисти:                                 |           |         |
| -правая рука                                    | 27,9      | 21,7    |
| -левая рука                                     | 26,6      | 20,7    |
| Разгибание кисти:                               |           |         |
| -правая рука                                    | 23,4      | 18,5    |
| -левая рука                                     | 21,8      | 16,5    |
| Большого пальца:                                |           |         |
| -правая рука                                    | 11,9      | 9,0     |
| -левая рука                                     | 10,9      | 8,3     |
| Становая (мышц, выпрямляющих согнутое туловище) | 123,1     | 71      |

| Движение           | Максим. частота для руки |       |
|--------------------|--------------------------|-------|
|                    | правой                   | левой |
| Вращательное, об/с | 4,84                     | 4     |
| Нажимное, нажим/с  | 6,68                     | 5,3   |
| Ударное, удар/с    | 5...14                   | 8,5   |

### На силу влияет:

- возраст - у мужчин наибольшая мышечная сила бывает в 25 лет. Если принять физическую силу человека в 30 лет за 100 %, то
  - в 40 лет она составляет 95 %;
  - в 50 лет - 90 %;
  - в 60 лет - 80 %.

У женщин максимальная сила бывает в 30 лет.

- рост человека и его комплекция;
- пол - женщина на 20-35% слабее мужчин;

- ловкость рук - правая на 10-15% сильнее левой;
- тренировка;
- отдых.

Силовое действие зависит от:

- массы груза;
- направления движения;
- положения тела;
- положения конечностей;
- величины сечения мышц.

Основная характеристика – величина усилия, развиваемая рукой - определяется характером движения (вытягивание, толкание, отведение) и углом между плечом и вертикалью тела.

Данные приводятся для мужчин среднего физического развития в возрасте 20-29 лет.

Следует учитывать:

- работа рук не должна использоваться там, где работу могут совершать ноги;
- силы распределяют равномерно на руки и ноги;
- при рабочем усилии до 50 Н рекомендуется положения сидя, более 100 Н - стоя;
- сила руки убывает в порядке:
  - давление,
  - тяга горизонтальная,
  - движение вверх,
  - вниз,
  - вбок к себе,
  - в бок от себя.
 (давление – разгибание руки.  
тяга – сгибание руки).

- **давление** руки эффективнее тяги в положении сидя. Здесь оказывает влияние плечо при давлении. Ноги при этом упираются в пол.
- **тяга** в положении сидя эффективнее, чем стоя: моментальная сила тяги сидя – 110 Н.
- сила тяги эффективнее при высоте ниже плеча, чем выше уровня плеча.
- мгновенная сила тяги может достигать 110 кг, средняя постоянная – 30 кг.
- наибольшая сила стоя развивается движением на себя,
- сила давления и тяги больше при согнутой руке, чем при вытянутой.
- в положении сидя при наличии опоры для спины давление больше тяги.
- наибольшее усилие при вытягивании на себя (54,4 кг) и толкании от себя (62,6 кг), наименьшее – толкание вниз (18,6 кг), отведение от себя (15,5 кг).
- при движении двумя руками от себя и отклонении туловища можно развить усилие до 100 кгс, при движении к себе – до 85 кгс. Усилие рывка может достигать 110-120 кгс.
- усилие падает при уменьшении угла между плечом и вертикалью тела.
- обычно мужчины поднимают 30 кг (до 55 кг), женщина – 15 кг (до 30 кг).
- при вращении внутрь развивается большая сила, чем при вращении наружу;
- сила ног более эффективна, если нога вытянута вперед под тупым углом.
- человек может работать без отдыха с силой 10-15 % максимальной мышечной силы.

С увеличением продолжительности работы частота движений снижается:

- максимальная частота движений ног при длительной работе равна 45 движ/минуту;
- рабочая частота на 30-40% меньше.

## **ПОСТРОЕНИЕ ЦИКЛОГРАММ РАБОЧИХ ДВИЖЕНИЙ ОПЕРАТОРА**

### **Цели и задачи практического занятия:**

- Освоить методику построения циклограмм рабочих движений оператора.
- Научиться проводить анализ рабочих движений оператора с целью их оптимизации и совершенствования рабочего инструмента.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

**Хроноциклограмма** (хроно— + циклограмма, син. хронофотоциклограмма)— хронофотограмма циклических движений.

**Циклограмма** (от греч. syklos – круг и grapho – пишу) — метод, который предложил Марей в XIX в. для исследования движений. Был основан на использовании циклографии, где с дозированными промежутками времени фотографировались в затемненном помещении положения светящихся меток, находящихся на движущихся частях тела испытуемого.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Группа студентов под руководством преподавателя изучает методическую разработку, после чего получает задание и проводит аналитическую оценку согласно методике, излагаемой ниже.

- Выявление и исследование циклически повторяющихся движений человека (циклическая физическая работа. Например, с такими рабочими инструментами, как пила, молоток, лопата; движения человека, занимающегося на спортивных тренажерах и т.п.).

- Построение графограммы положения человека в пределах одного цикла. Графограмма должна содержать не менее 5–6 последовательных рабочих положений человека.

- Анализ рабочих движений человека по построенным графограммам с точки зрения их естественности и удобства для человека.

- Предложение по совершенствованию движений человека или изменению конструкции используемого инструмента (рукоятки, державки и т.п.).

Ниже представлен пример анализа движений волейболиста.

**Техника второй передачи** обусловлена незначительной встречной скоростью полета мяча (5–6 м/с) и требованиями, предъявляемыми к траектории полета мяча. К этим требованиям относятся соразмерность скорости полета мяча с ритмом и скоростью разбега нападающего и выбор такой траектории передачи, при которой атакующий игрок сможет произвести удар без блока или имея против себя одного блокирующего игрока соперника.

Вторая передача мяча состоит из исходного положения и трех последовательных фаз:

- встречного движения спортсмена к мячу,

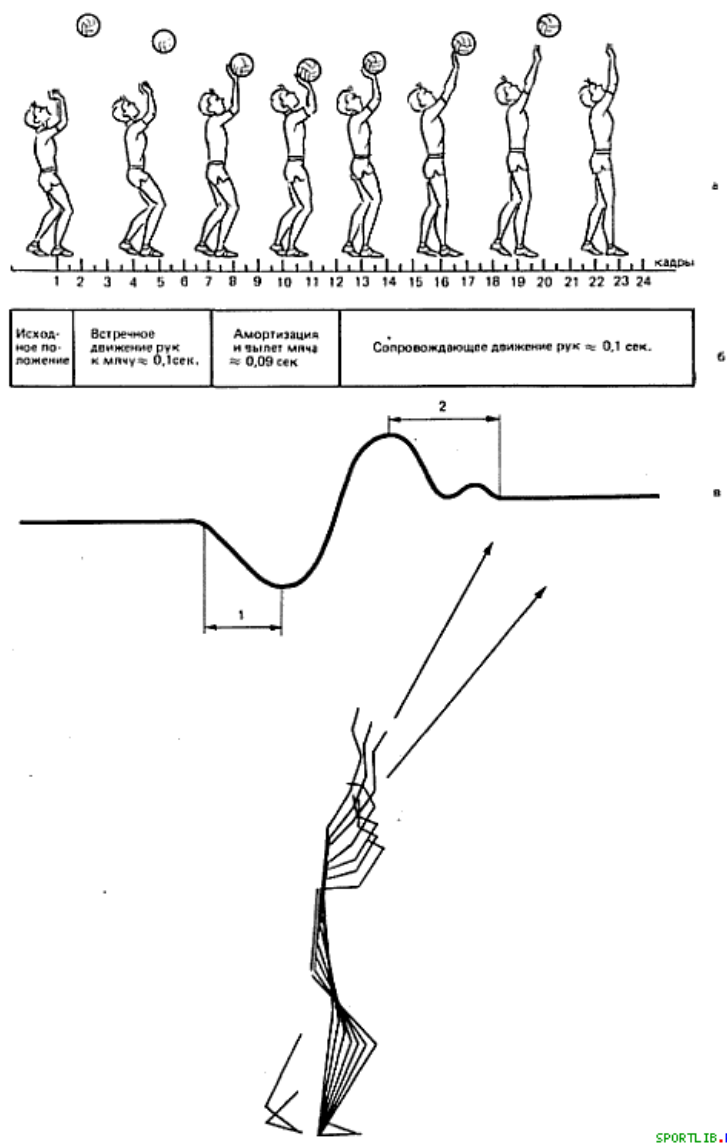
- фазы амортизации и вылета мяча,
- сопровождающего движения рук.

Наиболее распространена вторая передача мяча вперед из опорного исходного положения. Этот способ передачи применяется разыгрывающим игроком при атакующих действиях. Техника ее выполнения заключается в следующем.

В исходном положении туловище игрока расположено вертикально, ноги согнуты. Степень их сгибания зависит от высоты траектории полета мяча: чем выше нисходящая ветвь траектории, тем меньше угол сгибания ног (рис. 1).

В первой фазе движения в результате сгибания ног в суставах ЦТТ опускается вниз, руки подготавливаются к приему мяча. Затем, в основной фазе, следует выпрямление ног и встречное движение рук к мячу.

Еще до момента соприкосновения пальцев с мячом углы между плечом и предплечьем, предплечьем и кистью увеличиваются. В конце этой фазы степень мышечного напряжения несколько возрастает. Причем в большей мере напрягаются мышцы предплечья и в меньшей мере мышцы плеча.



**Рис. 1.** Вторая передача: а – контурограмма, б – хронограмма, в – динамограмма, г – циклограмма



Первая подфаза рабочей фазы (амортизация) длится от соприкосновения с пальцами рук до максимальной потери скорости полета мяча – приблизительно 0,025–0,030 с. При этом общий центр тяжести тела волейболиста продолжает подниматься в результате непрерывающегося разгибания ног; руки, разгибаясь в локтевых суставах, постепенно увеличивают скорость своего движения в пространстве.

Одновременно с этим значительно увеличивается тыльное сгибание кисти – увеличивается угол между предплечьем и кистью. Этот процесс сопровождается значительным напряжением общего разгибателя кисти и пальцев, которое в данный момент превышает напряжение всех других поверхностных мышц руки.

Под воздействием силы, образуемой массой и скоростью летящего мяча, указательный и средний пальцы при соприкосновении с мячом приходят также в положение тыльного сгибания (амортизации). Однако скорость движения рук продолжает постепенно повышаться, что происходит благодаря разгибанию рук и ног.

Вторая подфаза рабочей фазы (сообщение мячу нового движения и вылет его) длится 0,25–0,30 с. Сообщение мячу нового движения по определенной заданной траектории требует увеличения мышечных усилий. Эти усилия проявляются в слитном, согласованном движении ног, туловища и рук. Если траектория мяча направлена под углом  $60^\circ$  к горизонтали, туловище волейболиста находится в вертикальном положении, ноги продолжают разгибаться, ЦТТ смещается несколько вверх–вперед. В результате увеличения усилий, прилагаемых к опоре, пятки отрываются от площадки, вес тела переносится на носки обеих ног. Кисти и пальцы рук после тыльного сгибания, взаимодействуя с мячом, упруго выпрямляются, придавая мячу новое поступательное движение.

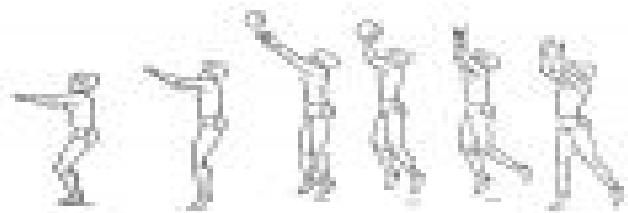
Увеличение мышечных усилий в этой части рабочей фазы вызывает увеличение скорости движения рук в пространстве. Особенно активное разгибание рук в этом способе передачи происходит в локтевом суставе, благодаря чему к моменту вылета мяча руки почти полностью выпрямляются.

В результате всех этих движений мяч вылетает со средней начальной скоростью 11 м/с (при встречной средней скорости 6 м/с). В заключительной фазе – сопровождении мяча – ноги продолжают разгибаться почти до полного выпрямления. Туловище игрока и руки также выпрямляются и смещаются вверх–назад. Степень мышечного напряжения постепенно снижается и приходит к исходному уровню. Как только движение прекращается, волейболист опускает вниз руки и принимает игровую стойку.

**Особенности техники выполнения второй передачи мяча вперед на край сетки** из зоны выходящего игрока заключаются в следующем. Для того чтобы направить мяч по высокой и далекой траектории, волейболисту необходимо приложить значительные усилия как к опоре, так и к мячу. Для развития этих усилий игрок уже в исходном положении значительным сгибанием ног в коленных суставах создает предпосылки для увеличения пути ЦТТ в подготовительной и рабочей фазах движения (рис. 2).

Скорость смещения частей тела в пространстве в подготовительной и рабочей фазах при движении рук навстречу мячу, амортизации и вылете мяча превышает их скорость при рассмотренной нами обычной передаче.

Движения рук, кистей и пальцев остаются стабильными, только степень их мышечного напряжения возрастает. При этом увеличение усилий сопровождается отрывом подошвенных частей стопы от поверхности площадки после вылета мяча из рук в фазе сопровождения мяча. В данном случае резкое отталкивание от опоры характеризуется реактивным всплеском динамографической кривой.



**Рис. 2.** Техника второй передачи мяча вперед на край сетки

## **Практическая работа № 11**

### **Антропометрические характеристики человека.**

#### **Понятие «Антропометрии». История возникновения и задачи.**

#### **Виды размеров (статические и динамические, габаритные и отдельных частей тела и пр.).**

#### **Основные размеры тела мужчины и женщины, принятые для эргономических расчетов.**

## **АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ПРИ ИХ ЭРГОНОМИЧЕСКОМ ИЗУЧЕНИИ**

### **Цели и задачи практического занятия:**

1. Ознакомиться с методикой антропометрических измерений. Научиться правильно обрабатывать антропометрические данные.
2. Провести экспериментальную проверку соответствия пространства рабочего места антропометрическим характеристикам.
3. Изучить методику составления эргономической контрольной карты, характеризующей рабочее место.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Опыт эксплуатации современных машин, изделий бытового и производственного назначения, рабочих мест, пультов управления показывает, что проектирование без учета особенностей человеческого организма порождает большое количество дефектов компоновочного характера. Избежать этого можно только в том случае, если при проектировании машины (изделия) будут выполняться требования по рациональной компоновке, основанные на опыте эксплуатации и на учете анатомических и физиологических особенностей человеческого организма.

**Антропометрия** — один из методов исследования в антропологии, науке о человеке, основанный на различных измерениях частей человеческого тела. Вместе со зрением, слухом и возможностями других органов чувств форма

и размеры человеческой фигуры являются определяющими для рационального конструирования рабочего места.

Установить единое правило в соотношениях размеров отдельных частей тела нельзя, т.к. пропорции тела у людей различны в возрастных, половых и территориальных группах, а также в пределах одной и той же возрастно-половой группы. Так как управление машинами осуществляется преимущественно взрослыми мужчинами, по этой категории людей и представляются наиболее полные материалы.

Антропометрические данные получают, измеряя тело человека в неподвижном статистическом положении. Эти данные не отражают динамических свойств человеческого тела, способного вытягиваться, сгибаться, расслабляться.

*Таблица 1*

| Рост, мм       |                            | Количество измерений                      |                 |
|----------------|----------------------------|---|-----------------|
| интервал роста | среднее значение интервала | относительная численность на 1000 человек | накопленный ряд |
| 1445-1475      | 1460                       | 1   | 1               |
| 1475-1505      | 1490                       | 2   | 3               |
| 1505-1535      | 1520                       | 8   | 11              |
| 1535-1565      | 1550                       | 26  | 37              |
| 1565-1595      | 1580                       | 64  | 101             |
| 1595-1625      | 1610                       | 123                                       | 224             |
| 1625-1655      | 1640                       | 176                                       | 400             |
| 1655-1685      | 1670                       | 200                                       | 600             |
| 1685-1715      | 1700                       | 176                                       | 776             |
| 1715-1745      | 1730                       | 123                                       | 899             |
| 1745-1775      | 1760                       | 64  | 963             |
| 1775-1805      | 1790                       | 26  | 989             |
| 1805-1835      | 1820                       | 8   | 997             |
| 1835-1865      | 1850                       | 2   | 999             |
| 1865-1895      | 1880                       | 1   | 1000            |

Чтобы получить минимум антропометрических признаков, необходимо измерить: вес, рост стоя и сидя, окружность грудной клетки, силу мышц, сгибающих ладони и пальцы рук, силу мышц спины («разгибателей») или становую силу, жизненную емкость легких и т. д. Измерения тела производятся между определенными точками, которые называются антропометрическими. Ниже приведены иллюстрации основных размеров мужского тел (рис. 2), а также даны табличные значения этих размеров для 5-г и 95-го перцентилей

(табл. 3).

Таблица 3

| Размеры человека   |   |                |     |              |               |
|--------------------|---|----------------|-----|--------------|---------------|
| Размер, мм         |   |                |     |              |               |
| Группа<br>размеров | Измеряемая величина   | M <sub>T</sub> | σ   | 5-й<br>перц. | 95-й<br>перц. |
|                    | Вес, кг   |                |     |              |               |
| А                  | 1 Вертикальная досягаемость руки                              | 2140           | 84  | 2000         | 2280          |
|                    | 2 Рост  | 1680           | 58  | 1585         | 1775          |
|                    | 3 Высота глаз над полом                                       | 1560           | 58  | 1465         | 1655          |
|                    | 4 Боковая досягаемость руки (от оси тела)                     | 637            | 30  | 586          | 687           |
|                    | 5 Длина шага  | 900            | 43  | 830          | 971           |
| Б                  | 1 Передняя досягаемость руки                                  | 758            | 33  | 703          | 815           |
|                    | 2 Окружность груди  | 890            | 90  | 710          | 1090          |
|                    | 3 Окружность талии  | 710            | 110 | 480          | 965           |
|                    | 4 Окружность таза   | 865            | 103 | 670          | 1065          |
|                    | 5 Окружность бедра  | 510            | 71  | 402          | 635           |
|                    | 6 Окружность голени   | 330            | 32  | 270          | 405           |
|                    | 7 Окружность лодыжки  | 204            | 26  | 170          | 250           |
|                    | 8 Длина стопы   | 26             |     | 24           | 28            |
|                    | 9 Высота локтя над полом                                      | 1035           | 44  | 955          | 1115          |
| В                  | 1 Ширина головы   | 145            | 8   | 130          | 163           |
|                    | 2 Межзрачковый диаметр  | 58             | 4   | 49           | 70            |
|                    | 3 Длина головы  | 158            | 9   | 110          | 208           |
|                    | 4 Высота головы   | 156            | 8   | 106          | 206           |
|                    | 5 Расстояние от подбородка до глаз                            | 118            | 5   | 109          | 127           |
|                    | 6 Окружность головы   | 550            | 22  | 506          | 600           |
| Г                  | 1 Длина кисти   | 175            | 11  | 155          | 204           |
|                    | 2 Ширина кисти  | 94             | 6   | 81           | 112           |
|                    | 3 Толщина кисти   | 27             | 3   | 22           | 33            |
|                    | 4 Окружность кисти  | 265            | 13  | 230          | 310           |
|                    | 5 Окружность запястья   | 160            | 16  | 141          | 190           |
| Д                  | 1 Угол отведения руки назад в горизонтальной плоскости, град. | 40             | 40  | 40           | 40            |
|                    | 2 Ширина стопы  | 89             | 6   | 78           | 102           |
| Е                  | 1 Ширина плеч   | 440            | 18  | 410          | 470           |
|                    | 2 Рост сидя I   | 1310           | 43  | 1240         | 1400          |
|                    | 3 Высота глаз над полом (положение сидя)                      | 1180           | 43  | 1110         | 1250          |
|                    | 4 Высота стандартного стула                                   | 422            | 22  | 386          | 458           |
|                    | 5 Наибольший диаметр таза                                     | 344            | 21  | 310          | 380           |
|                    | 6 Локтевая ширина   | 448            | 32  | 395          | 500           |
|                    | 0 Передняя досягаемость руки (пальцами)                       | 760            | 71  | 640          | 890           |
|                    | 1 Вертикальная досягаемость руки                              | 1150           | 109 | 980          | 1350          |
|                    | 2 Рост сидя II  | 887            | 31  | 836          | 938           |
|                    | 3 Высота глаз над сиденьем                                    | 770            | 30  | 30           | 820           |

|     |  |      |    |     |      |
|-----|--|------|----|-----|------|
| 4   | Высота плеча над сиденьем                                    | 586  | 27 | 543 | 629  |
| 5   | Высота локтя над сиденьем                                    | 232  | 25 | 190 | 273  |
| 6   | Наибольший диаметр бедра                                     | 350  | 28 | 300 | 406  |
| Ж 7 | Расстояние от локтевой точки до оси захвата кистью           | 461  | 20 | 428 | 496  |
| 8   | Высота колена над полом                                      | 506  | 24 | 466 | 546  |
| 9   | высота подколенной ямки над полом                            | 400  | 22 | 358 | 440  |
| 10  | Длина сиденья  | 490  | 22 | 455 | 530  |
| 11  | Длина бедра в положении сидя                                 | 590  | 27 | 545 | 640  |
| 12  | Расстояние от спинки сиденья до кончика большого пальца ноги | 1052 | 49 | 971 | 1136 |
| 13  | Длина ноги в положении сидя                                  | 1040 | 48 | 960 | 1125 |

Вес тела является одним из признаков, позволяющих определить состояние здоровья и физическое развитие человека. Вес тел измеряется десятичными медицинскими весами рычажной системы чувствительностью до 50 г с платформой и стойкой. Перед взвешиванием весы устанавливаются на горизонтальной площадке и выверяются. Взвешивание производится без одежды и обуви. При взвешивании в одежде вес одежды вычитается из общего веса.

Рост (длину тела) измеряют при помощи деревянного ростомера (складного металлического антропометра), точность — до 0,5 см.

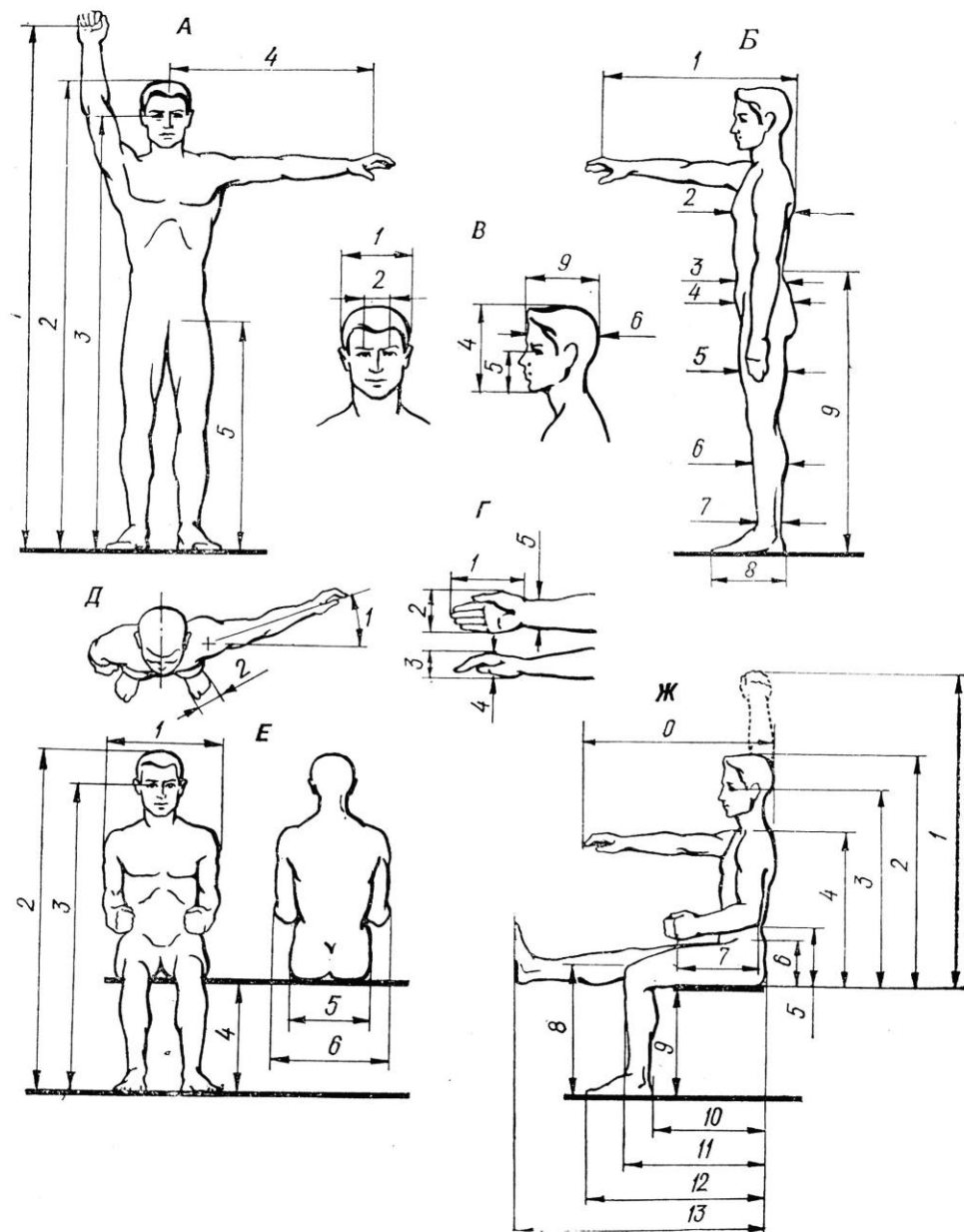


Рис. 2. Основные размеры мужского тела

Окружности тела (окружности грудной клетки, шеи, талии, плеча, предплечья, бедра, голени) измеряются сантиметровой лентой.

Диаметры тела (ширина плеч, поперечный диаметр грудной клетки, передне-задний диаметр грудной клетки, ширина таза) измеряются толстотным или скользящим циркулем.

Длина конечностей и размах рук измеряются антропометром или съемной стойкой деревянного ростомера.

Подвижность суставов измеряют при помощи различных угломеров, например, угломерами Склифосовского. Измерение силы мышц производится ручным или становым динамометром.

Различные виды одежды изменяют вес и в большинстве случаев увеличивают размеры человека. Это необходимо учитывать уже на начальной стадии конструирования. Причем при конструировании оборудования с учетом размеров человека в одежде нельзя ориентироваться

на предельные размеры, а необходимо вносить поправку, например, на складки и неровности скафандра или другой спецодежды в местах изгиба и на элементы, которые часто бывают на одежде, в частности, петли для ремня, персональное оборудование и т. д. В табл. 4 приведены некоторые поправки к размерам мужского тела в зависимости от различных видов одежды.

Таблица 4

| Отклонения размеров для человека в одежде |   |        |
|---|---|--------|
| Размер, мм                                | Отклонение размера для мужчины в одежде, мм |        |
|   | летней                                      | зимней |
| Вес, кг                                   | 2,3   | 4,5    |
| Рост                                      | 25  | 25     |
| Вертикальная досягаемость руки            | 25  | 25     |
| Длина стопы                               | 30  | 40     |
| Длина кисти                               | -   | 18     |
| Ширина кисти                              | -   | 12     |
| Толщина кисти                             | -   | 12     |
| Окружность кисти                          | -   | 25     |
| Ширина плеч                               | 12  | 50-75  |
| Ширина таза                               | 12  | 50-75  |
| Локтевая ширина                           | 18  | 50-90  |
| Наибольший диаметр бедра                  | 12  | 25     |

Средние данные о весе мужчин в зависимости от роста и возраста даны в табл. 5. Рост мужчин различается и в зависимости от национальности.

Положение центра тяжести тела изменяется в зависимости от веса человека, его роста (положение центра тяжести ниже у людей меньшего роста и выше у людей большого роста). Общий центр тяжести тела находится на половине высоты человека (в положении стоя), и положение центра тяжести остается постоянным независимо от возраста. Положение центра тяжести тела человека меняется с изменением положения тела и конечностей.

Таблица 5

| Средний вес (кг) мужчин в зависимости от возраста (лет) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Рост, см  | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 25   |
| 152,5   | 45,9 | 46,8 | 47,7 | 48,6 | 50,0 | 50,9 | 51,8 | 52,7 | 54   |
| 157,5   | 50,4 | 51,3 | 52,7 | 53,1 | 54,5 | 55,0 | 55,4 | 55,9 | 56,5 |
| 162,5   | 54,0 | 54,5 | 55,4 | 56,3 | 56,8 | 58,1 | 58,6 | 59,0 | 60   |
| 167,5   | 58,1 | 58,6 | 59,0 | 60,0 | 60,4 | 60,9 | 61,3 | 62,2 | 63,5 |
| 172,5   | 62,2 | 62,7 | 63,1 | 63,6 | 64,0 | 64,5 | 65,4 | 66,2 | 67,2 |
| 177,5   | 65,9 | 66,2 | 66,7 | 67,2 | 67,7 | 68,6 | 69,5 | 70,4 | 71   |
| 180   | 68,1 | 68,6 | 69,0 | 69,5 | 70,0 | 70,9 | 71,8 | 72,7 | 73,3 |

Подвижность частей тела повышает эффективность взаимодействия человека с оборудованием. Например, движения головы существенно расширяют поле зрения. Туловище при этом рассматривается как подвижный орган, увеличивающий зоны досягаемости конечностей. Основными движениями тела являются отведение и приведение, опускание, поднимание и сгибание, разгибание и вращение, пронация (поворот кисти ладонью вниз или положение тела лицом вниз), а также супинация (поворот кисти ладонью

вверх или положение тела лицом вверх).

## Практическая работа № 12

### Распределение Гаусса для роста человека.

#### Понятие перцентиля.

Многие, если не большинство измерений, характеризующих человека, изменяются согласно закону Гаусса (рис. 1). Вариативность многих характеристик людей, т. е. отклонения при антропометрических измерениях тела человека, приближается к этому закону распределения: большинство измерений величин лежит в центре кривой и только незначительная часть — по краям. Центральная часть кривой распределения характеризуется средним арифметическим значением  $M$ , которое представляет собой частное от деления  $\sum E$  на  $N$ , где  $x$  — величина измерения,  $N$  — число измерений. Точность измерений Гауссова распределения характеризуется стандартным отклонением  $\sigma = \sqrt{\sum \Delta x^2 / N}$ , где  $\Delta E$  — отклонение величины каждого измерения от среднего значения ( $x - M$ ).  $\sigma$  от -1 до +1 включает 68% измерений характеристики.

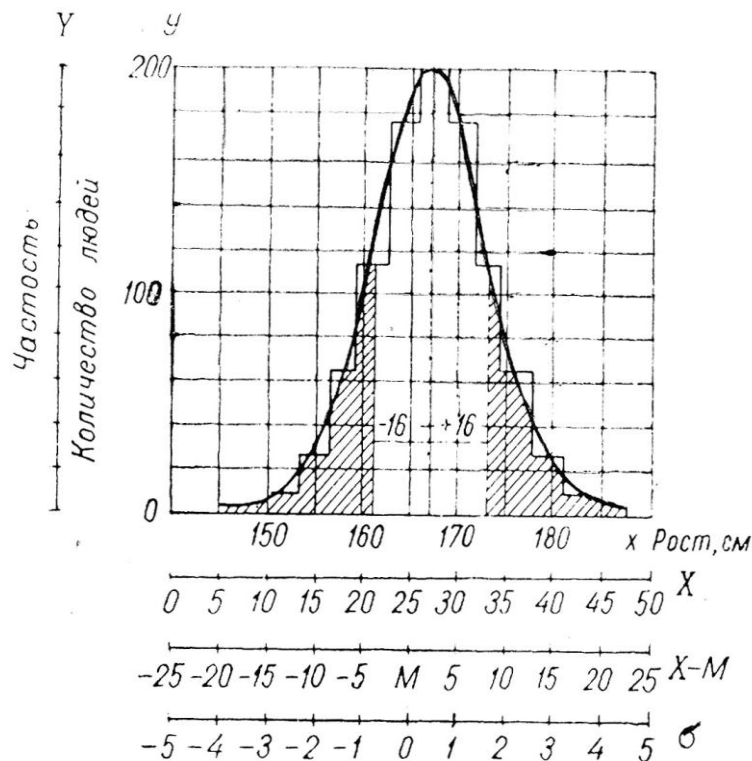


Рис. 1

Так как размеры большинства людей попадают в среднюю часть площади, ограниченной кривой, а по краям их все меньше и меньше, то антропометрические данные характеризуются скорее областями, чем определенными точками, и, следовательно, не существует стандартного человека с заданными размерами тела, а существуют только аппроксимации к этим областям. Именно поэтому при проектировании машин, управляемых человеком, преобладающее значение имеет введение устройств, позволяющих регулировать рабочие места в соответствии с размерами тела оператора.



При проектировании систем, для которых не удастся найти нужных антропометрических данных, проводят специальные замеры на большом числе лиц и выводят средние показатели.

На основании средних величин и средних квадратичных отклонений определяют доверительные интервалы для определенного процента людей, чьи размеры будут укладываться в заданный интервал. По этому заданному проценту легко рассчитать доверительный интервал. В практике дизайнерской деятельности в проектном задании указывается, для какого процента людей конструкция должна быть комфортной.

В практике проектирования интервал более  $M \pm 2,0$  не берется, так как расширение границ нецелесообразно с экономической точки зрения. Однако при проектировании нужно учитывать, чтобы рабочее место обеспечивало досягаемость к органам управления для оператора с минимальным ростом и не было стеснительным для человека с максимальным ростом.

Так как кривая Гаусса (**рис. 1**) построена на основании данных (*табл. 1*), которые охватывают случайную группу лиц ростом 144—189 см и заключают в себе 97,8% общей численности наблюдений (причем средняя арифметическая роста  $M$  равна при этом 167 см при среднем квадратичном отклонении размеров  $\sigma = 6$  см), то размах вариативности величин невелик. Поэтому введем понятие перцентиля.

Перцентиль — это значение измеряемого показателя, отсекающее в его распределении сотую часть объема измеренной совокупности. Перцентили при проектировании позволяют использовать более реалистическое понятие диапазона размеров человеческого тела, чем размах вариативности величин от минимального до максимального значения в нормальном распределении.

*Таблица 2*

| Зона охвата, % | Доверительный интервал, $M \pm \sigma$ |
|----------------|--|
| 99             | $M \pm 3,26 \sigma$                    |
| 95             | $M \pm 2,0 \sigma$                     |
| 90             | $M \pm 1,65 \sigma$                    |
| 75             | $M \pm 1,15 \sigma$                    |
| 68             | $M \pm 1,00 \sigma$                    |
| 50             | $M \pm 0,67 \sigma$                    |
| 25             | $M \pm 0,32 \sigma$                    |

### Практическая работа № 13 Акселерация и децелерация. Соматотипия. Система Шелдона. **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

**Задание I.** Получение, обработка и оценка антропометрических данных. Студенты должны, руководствуясь рис. 2 и табл. 3 (см. часть 1) и пользуясь имеющимися в наличии антропометрическими инструментами (ростомером; сантиметровой лентой и др.), произвести измерения человеческого тела для 5, 90 и 95-го перцентилей и полученные данные занести в табл. 6 соответственно по группам размеров А, Б, В, Г, Д, Е и Ж.

Таблица 6

| Группа<br>размеров | Измеряемая величина   | Размер, мм   |                             |               |
|--------------------|---|--------------|-----------------------------|---------------|
|                    |   | 5-й<br>перц. | средний<br>90-й<br>перцент. | 95-й<br>перц. |
|                    | Вес испытуемого, кг   |              |                             |               |
| А                  | 1 Вертикальная досягаемость руки                              |              |                             |               |
|                    | 2 Рост  |              |                             |               |
|                    | 3 Высота глаз над полом                                       |              |                             |               |
|                    | 4 Боковая досягаемость руки (от оси тела)                     |              |                             |               |
| Б                  | 1 Передняя досягаемость руки                                  |              |                             |               |
|                    | 9 Высота локтя над полом                                      |              |                             |               |
| В                  | 1 Ширина головы   |              |                             |               |
|                    | 3 Длина головы  |              |                             |               |
|                    | 4 Высота головы   |              |                             |               |
| Г                  | 1 Длина кисти   |              |                             |               |
|                    | 2 Ширина кисти  |              |                             |               |
| Д                  | 1 Угол отведения руки назад в горизонтальной плоскости, град. |              |                             |               |
| Е                  | 1 Ширина плеч   |              |                             |               |
|                    | 2 Рост сидя I   |              |                             |               |
|                    | 3 Высота глаз над полом (положение сидя)                      |              |                             |               |
| Ж                  | 0 Передняя досягаемость руки (пальцами)                       |              |                             |               |
|                    | 1 Вертикальная досягаемость руки                              |              |                             |               |
|                    | 2 Рост сидя II  |              |                             |               |
|                    | 5 Высота локтя над сиденьем                                   |              |                             |               |
|                    | 8 Высота колена над полом                                     |              |                             |               |
|                    | 11 Длина бедра в положении сидя                               |              |                             |               |
|                    | 13 Длина ноги в положении сидя                                |              |                             |               |

Студенты учитывают поправки к размерам человеческого тела в зависимости от различных видов одежды.

При определении изменений положения центра тяжести человека студенты должны начертить в своих отчетах по данной лабораторной работе координатную сетку (рис. 3) и нанести на ней кривую перемещения ЦТ в соответствии с изменениями положения тела и конечностей.

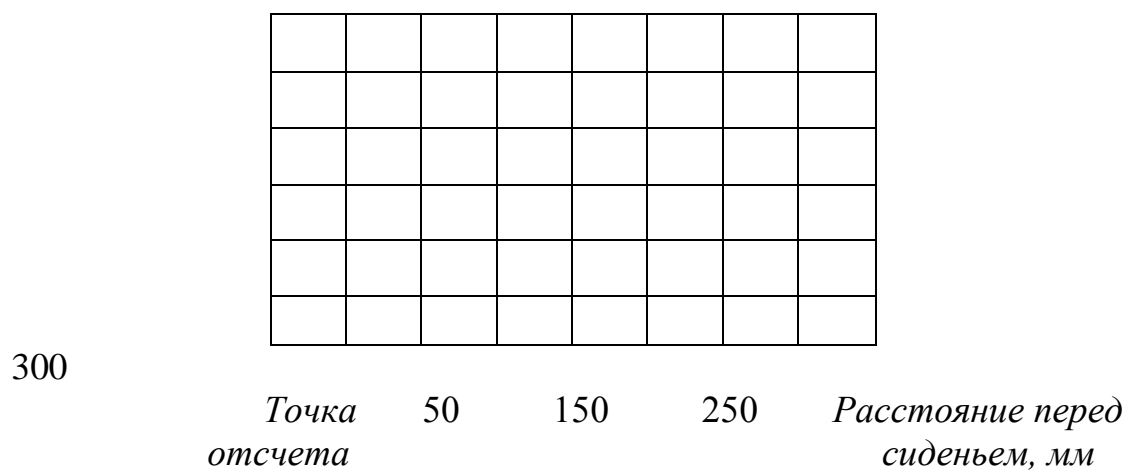
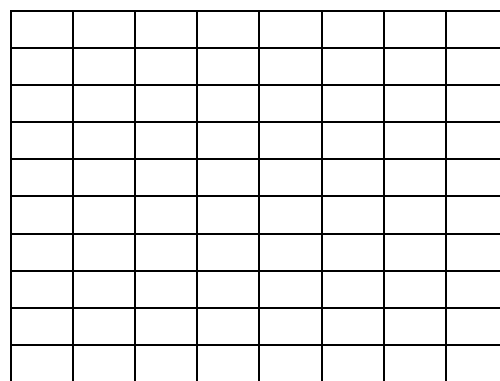


Рис. 3. Координатная сетка для нанесения кривой подвижности тела

Подвижность частей тела студенты оценивают нанесением на координатные сетки (рис. 4 и 5) кривых, характеризующих зоны досягаемости руки (рис. 6) и ноги (рис. 7).



Рис. 4. Координатная сетка для нанесения кривой подвижности тела (при ручном управлении)



1000    750    500    250    0  
*Расстояние перед сиденьем, мм*

Рис. 5. Координатная сетка для нанесения кривой подвижности тела  
 (при ножном управлении)

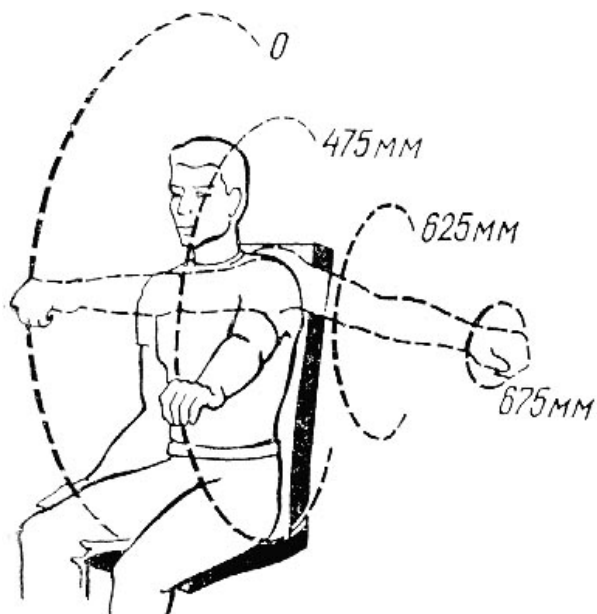
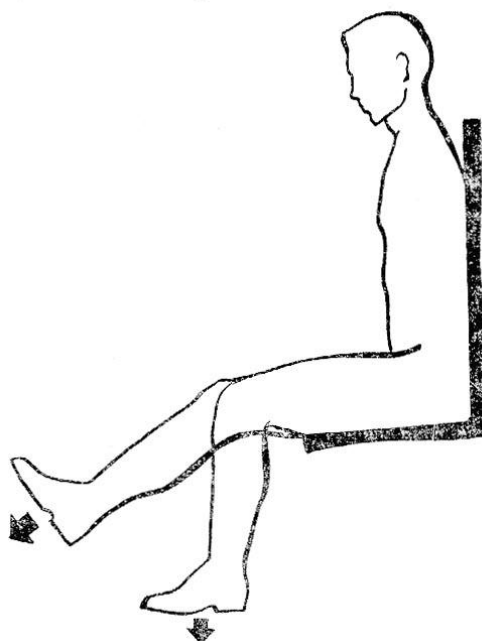


Рис. 6. Зона досягаемости при  
 ручном управлении



**Рис. 7.** Направление воздействия при ножном управлении

## **Практическое занятие № 14** **Рабочее место. Положение тела во время работы.**

### **Требования к рабочему месту.**

#### **Размеры рабочего места. Виды пространств (зон) на рабочем месте.**

Прежде чем приступить к антропометрической оценке проектов, студенты должны научиться правильно обрабатывать полученные антропометрические данные. Ход работы при этом сводится к следующему:

а) студент берет из заполненной им ранее таблицы наблюдений среднее значение роста  $M$  и доверительный интервал  $D$ ;

б) на основании этих данных рассчитываются максимальные и минимальные значения роста;

$$P_{\min} = P_{\text{сред.}} - z \sigma$$

$$P_{\max} = P_{\text{сред.}} + z \sigma \quad (\text{значения } \sigma \text{ по табл. 3}).$$

в) в зависимости от рабочей позы, обусловленной видом рабочего места или спецификой технологического процесса, из табл. 6 подбираются необходимые антропометрические данные;

г) по выбранным антропометрическим данным производится пересчет применительно к заданному росту с помощью коэффициентов нижнего  $K_1$  и верхнего  $K_2$  отклонений.

$$K_1 = (P_{\text{сред.}} - P_{\min}) / \sigma$$

$$K_2 = (P_{\max} - P_{\text{сред.}}) / \sigma$$

В зависимости от рабочей позы определяем остальные антропологические признаки

$X$ :

$$X_{\min} = X_{\text{сред.}} - K_1 \sigma_E$$

$$X_{\max} = X_{\text{сред.}} + K_2 \sigma_E$$

$\sigma_E$  - среднее квадратичное отклонение для данного признака  $X$  (см. табл. 3).



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Есть ли при этом место для ног?<br>Находится ли рабочая плоскость на удобной<br>высоте с учетом расстояния до глаз?<br>... |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Для самой грубой аппроксимации можно ограничиться десятью характеристиками оценки рабочего места.

Студенты должны учесть, что при антропометрической оценке рабочего места многие недостатки замечаются немедленно, но некоторые становятся очевидными только со временем. Например, стесненное положение коленей можно без напряжения выдержать в течение нескольких минут, но на протяжении часов это положение оператора может стать не только неудобным, но даже опасным или критическим.

Другой пример: неподвижность ступней в течение долгого времени приводит к образованию тромбов в венах икр. Тромбы нарушают кровообращение и даже могут иногда привести к закупорке кровеносных сосудов легких.

При проведении антропометрической оценки проектов испытуемые управляют машиной в личной экипировке и столько времени, сколько занимает реальная операция.

### **Практическое занятие № 16** **Рабочее положение. Работа стоя.**

Контрольные вопросы:

1. Рабочее положение.
2. Работа стоя. Достоинства и недостатки.
3. Эргономические особенности работы стоя.

### **Практическое занятие № 17** **Работа стоя, связанная с передвижением. Ступени. Размеры ступеней. Обувь.** **Нагрузка на стопу при ходьбе.**

Контрольные вопросы:

1. Работа в положении стоя.
2. Работа стоя с передвижением.
3. Ступени.
4. Обувь.
5. Нагрузка на стопу.

### **Практическое занятие № 18** **Работа сидя. Рабочее сиденье.** **Особенности рабочего места, оснащенного компьютером.**

Контрольные вопросы:

1. Особенности работы сидя.
2. Достоинства работы сидя.
3. Недостатки работы сидя.
4. Сиденья офисные.
5. Сиденья ученические.
6. Сиденья детские.
7. Сиденья в транспорте.

## Практическое занятие № 19

### Мануальные действия.

#### Осязание

Тактильная чувствительность. Временной порог 130 мсек.

Наиболее четко воспринимается прикосновение дистальных частей тела (особенно кончиков пальцев): 3...300 г/мм<sup>2</sup>.

### Ручные приспособления и хватные части инструментов

#### Органы управления

Органы управления - детали машин, приборов, инструментов, посредством которых человек управляет машинами и оборудованием.

Учитывая производственный опыт, человек стремится приспособить инструмент к форме руки.

При оформлении ручек, рукояток учитывают:

- вид работы (простая, точная);
- продолжительность использования инструмента;
- наличие большой силы для манипулирования;
- вероятность повреждение руки;
- размер инструмента;
- материал инструмента;
- способ удержания инструмента в руке, положение руки и всего тела во время работы;
- высоту рабочей зоны.

Правильно оформленные ручки соответствуют анатомии руки. Форма хватных частей инструментов должна быть обусловлена физиологическими особенностями строения человеческого тела (руки).

Рукоятки должны:

- соответствовать техпроцессам;
- стимулировать развитие гностической и различающей способностей руки;
- облегчать выполнение операции;
- вызывать эстетически положительную реакцию.

**Материал** должен удовлетворять требованиям гигиены, быть приятным на ощупь, прочным, легким, иметь высокий коэффициент трения (не быть скользким).

Материал должен отличаться низкой теплопроводностью.

### Выбор органов управления

При выборе типа органа управления следует учитывать конструктивные и технические ограничения.

Органы управления различаются:

А) по назначению:

- для ввода информации,
- для установки режимов,
- для регулировки.



Б) по характеру движений:

- требующие движений включения, выключения или переключения (нажатие кнопки, поворот ручки, перемещение рычага);
- требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных (печатание). Роль играет темп движений. Максимальный темп вращения для ведущей руки – 4,83 оборота в секунду, для неведущей – 4,0 оборота в секунду.
- требуют точных дозированных движений: настройка параметров.

По характеру перемещения органы управления могут быть линейными вращающимися или смешанными. Требуют движения только пальцев, пальцев и кисти, кисти и предплечья, пальцев, кисти, предплечья и плеча, пальцев, кисти, предплечья, плеча и плечевого сустава.

В) по назначению и характеру использования:

- основные – используемые постоянно,
- используемые периодически (для Вкл – Выкл).

Г) по конструктивному исполнению:

- кнопки,
- тумблеры.
- штурвалы,
- переключатели и др.

## **Практическое занятие № 20**

**Рычаги и рукоятки. Маховики и штурвалы. Поворотные кнопки. Тумблеры. Клавишные аппараты. Нажимные кнопки. Рабочие действия ногами. Педали. Рекомендации к расположению органов управления.**

### **Рекомендации к расположению органов управления**

- 1) принимать органы управления в минимальном количестве, располагать в соответствии с последовательностью в работе (слева направо, сверху вниз);
  - 2) часто используемые органы управления должны выделяться размером, внешним видом, располагаться в зоне хорошей видимости и досягаемости;
  - 3) оптимальная досягаемость конечностей - 70 см от глаз оператора (с точки зрения небольших силовых моментов);
  - 4) максимальная частота движения руки при сгибании и разгибании около 80 раз в минуту, ноги - 45 раз, корпуса - 30 раз, частота пальца - 6 раз в секунду, ладони - 3;
  - 5) рука двигается лучше в горизонтальной плоскости, чем в вертикальной, правая рука - против часовой стрелки, левая - по часовой;
  - 6) если требуется быстрая реакция, следует использовать движение «к себе»;
  - 7) движения вперед быстрее, чем движения в сторону; предпочтительнее «вперед-назад», а не «влево-вправо», «по кругу», «вверх-вниз»;
  - 8) предпочтительней движения в горизонтальной плоскости «вперед-назад» (а не «вверх-вниз»), чтобы избежать усилия на преодоление собственного веса;
  - 9) форма органов управления должна быть удобной, без острых углов, нескользкой;
  - 10) круглое сечение не обеспечивает узнаваемость отдельных положений органов управления; следует разрабатывать оригинальные формы;
- Захватные части органов управления круглого сечения не годятся для универсального

использования в различных положениях: обязателен зрительный контроль при изменении положения такого рычага; крепкое сжатие такого рычага пальцами приводит к искривлению пальцев, деформации руки;

11) при диаметре менее 15 мм и более 50 мм требуется большее мускульное напряжение.

12) нельзя придавать ручке форму, чтобы ее можно было держать только одним способом.

13) форма может быть образована морфологическим отпечатком сжатой ладони на пластичном материале.

14) для лучшего различения органов управления они должны быть разными по форме и размеру, окрашиваться в разные цвета либо иметь маркировку. При группировке нескольких рычагов в одном месте необходимо, чтобы их рукоятки имели разную форму, что позволит различать их на ощупь и переключать рычаги, не отрываясь от работы.

15) предусмотреть возможность менять положение руки во время работы;

16) конструкция должна обеспечить точное выполнение операций, сведение к минимуму холостых ходов;

17) сила зажатия инструмента в руке должна быть минимальной, не должна перегружать мелкие мышцы руки.

18) оптимальная величина силы - 10-15% от максимальной силы – должна приниматься за исходную при конструировании органов управления.

19) учитывать, что 6-7 % людей - левши.

20) цветовая проработка;

21) правильно выбирать вид органа управления: для очень точного регулирования использовать поворотные кнопки; когда требуется большое усилие при переключении органов управления, целесообразно применять ножные приспособления (педали);

22) конструкция должна исключить случайный сдвиг и срабатывание органов управления; самопроизвольное переключение (при тряске), одновременное включение несовместимых режимов управления.

А) Положение «Пуск», «Вкл», «Увеличение», «Подъем», «Открытие» и команды «Вперед», «Вправо», «Пверх» должны соответствовать перемещению рычага (органа ручного управления) вверх, от себя, вправо; маховичка – по часовой стрелке;

кнопок - нажатию верхних, передних, правых кнопок.

Б) Положение «Выкл», «Остановка», «Уменьшение», «Закрытие» и команды «Вниз», «Влево», «Назад» должны соответствовать перемещению

рычага: вниз, на себя, влево;

маховичка: поворот против часовой стрелки;

кнопки: нажатие нижних, задних, левых.

Для органов ножного управления: при нажатии педали – «ВКЛ», «Увеличение»; при отпуске педали – «ВЫКЛ», «Уменьшение».

## **ВОСПРИЯТИЕ ФОРМЫ ПРИ ПАССИВНОМ И АКТИВНОМ ОСЯЗАНИИ**

### **Цели работы:**

1. Ознакомиться с методиками исследований осязания человека.
2. Провести исследование пассивного и активного осязания.

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Термин «осязание» употребляют в двух разных значениях.

С одной стороны, «осязание» обозначает кожную чувствительность: температурную, болевую, тактильную; строение кожных рецепторов, пороги их чувствительности и т. п.

С другой стороны, под осязанием понимают гаптическую чувствительность, которая включает два компонента: тактильный и кинестетический. Гаптическая чувствительность проявляется в процессе ощупывания, и ее органом является рука. В результате активного ощупывания формируется осязательный образ предмета.

Подробнее остановимся на некоторых характеристиках тактильного анализатора. Тактильный анализатор используется для получения информации о положении предмета в пространстве, о его форме, размерах, качестве поверхности и материалов. Функционирование тактильного анализатора основано на свойстве кожи воспринимать температурные, химические, механические и электрические воздействия предмета или орудия труда. Часто тактильный анализатор используется для получения информации о состоянии оборудования путем анализа его вибраций. Абсолютная чувствительность на механическое воздействие определяется величиной минимального давления, вызывающего ощущение.

Например: абсолютная чувствительность губ, языка составляет 1...50 мг/мм<sup>2</sup>, кожи спины и живота - 10 г/мм<sup>2</sup> с порогом различения в 7% от исходного значения.

Наибольшая чувствительность при восприятии вибраций наблюдается при частоте 100...300 Гц. Пространственная чувствительность определяется минимальным расстоянием между двумя точками кожи, при раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений. На основе пространственной чувствительности пальцев, составляющей 1...2,5 мм, происходит опознание органов управления. При помощи тактильного анализатора можно передавать до десяти уровней (градаций) сигнала. Тактильный анализатор обладает быстрой адаптацией, приводящей к снижению абсолютного порога ощущений. В настоящее время тактильные анализаторы используются для контроля за работой оборудования (путем восприятия его вибраций), опознания органов управления и получения информации о вводе управляющих воздействий в систему управления (благодаря обратной связи в штурвалах, включателях и переключателях).

Если объект покоится на руке, то имеет место лишь **пассивное осязание**. И только если испытуемый активно ощупывает предмет (что соответствует реальным условиям восприятия), можно говорить об **активном осязании**. В процессе активного ощупывания предметов двумя руками (в этом случае говорят о *бимануальном осязании*) можно экспериментально вычленить различные виды ощупывающих движений: макродвижения руки, а также микро- и макродвижения пальцев. Оба вида движений на разных этапах формирования осязательного образа выполняют как познавательные, так и контролирующие функции.

Настоящее задание преследует две цели:

- проследить и объективно зафиксировать процесс формирования осязательного образа при пассивном и активном осязании тест-объекта одной рукой;
- выявить особенности видов движения в процессе бимануального осязания.

Для сравнения точности пассивного и активного осязания в данном задании предусмотрено проведение четырех опытов (I—IV), в которых в качестве стимулов предъявляют фигуры, отличающиеся друг от друга степенью сложности формы. Опыт V должен дать сведения о качественных особенностях взаимодействия обеих рук в процессе формирования осязательного образа.

**Оценка точности воспроизведения фигур испытуемым (в баллах) (Баллы проставляет экспериментатор)**

| Номер | Опыты | Средний балл для опытов |
|-------|-------|-------------------------|
|-------|-------|-------------------------|

| р<br>фигу<br>ры | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1               |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2               |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3               |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Материалы для проведения опытов

Набор плоских геометрических фигур, изготовленных из жесткого картона или фанеры. Фигуры отличаются друг от друга сложностью контура: количеством и длиной отрезков периметра, количеством и величиной углов. Для фиксации результатов эксперимента в виде зарисовок испытуемый должен иметь листы бумаги, на каждом из которых будет зарисовывать лишь одну фигуру.

### Порядок работы

Студенты делятся на две группы: студенты первой группы выполняют функции экспериментаторов, а студенты второй группы — функции испытуемых. Задание состоит из пяти опытов. На стадии пассивного осязания и активного ощупывания фигур глаза испытуемого должны быть закрыты повязкой. На период воспроизведения фигур в виде рисунков повязку с глаз снимают, предварительно из поля зрения испытуемого убрав фигуру, которую он только что ощупывал. В каждом из опытов испытуемому последовательно предъявляют три фигуры разной сложности. Длительность каждого пассивного осязания, а также и активного ощупывания не ограничена.

До начала исследования экспериментатор знакомит испытуемого с инструкцией: «Вам будут предъявлены плоские фигуры. Ваша задача—с закрытыми глазами путем осязания возможно более точно определить форму каждой из них и затем, открыв глаза, воспроизвести свое представление о фигуре графически».

**I опыт** — пассивное осязание неподвижной фигуры-стимула. Экспериментатор кладет фигуру на неподвижную ладонь испытуемого. При этом экспериментатору запрещается нажимать на фигуру, а испытуемому производить перемещение ее на ладони и ощупывать с помощью другой руки. По сигналу испытуемого экспериментатор снимает с испытуемого наглазную повязку, после чего испытуемый приступает к зарисовке воспринятой фигуры.

**II опыт** — пассивное осязание при движении фигуры-стимула. Экспериментатор плавно обводит контуром фигуры по неподвижному указательному пальцу правой руки испытуемого. После одного полного обведения контуром фигуры испытуемый приступает к зарисовке ее формы.

**III опыт** — редуцированное (искусственное) активное осязание. Испытуемый сам последовательно (без возвратов) обводит контур фигуры-стимула указательным пальцем правой руки. При этом ему разрешается 3-4-кратное обведение контура каждой фигуры. Экспериментатор во время опыта придерживает фигуру таким образом, чтобы в процессе ее обведения она оставалась неподвижной.

**IV опыт** — активное осязание. Испытуемый сам ощупывает одной рукой предъявленную фигуру. Время ощупывания неограничено. После ощупывания фигуры испытуемый делает ее зарисовку.

**V опыт** — бимануальное осязание. Испытуемый как можно точнее должен определить форму фигуры с помощью активного ощупывания двумя руками. Испытуемого просят в процессе ощупывания производить самонаблюдение с целью подробного анализа функций движений пальцев каждой руки, а также функций правой и левой рук.

### **Обработка результатов.**

#### **1—IV опыты:**

- 1) оценить метрические свойства зарисовок, т. е. длину линий, величину углов, пропорции и общее количество элементов фигуры;
- 2) затем оценивают качество зарисовок по 5-балльной шкале:  
5 баллов — рисунок в точности соответствует форме тест-объекта,  
4 — искажены длины отдельных сторон (они короче или длиннее, чем в оригинале),  
3 — искажены не только длины сторон, но и углы,  
2 — искажены длины сторон и углы, а также пропущены один или несколько элементов фигуры-оригинала,  
1 — сходство между рисунком и фигурой-оригиналом полностью отсутствует;
- 3) по полученным балльным оценкам для каждой фигуры рассчитывают средний балл для каждого опыта.

**V опыт:** письменное заключение об особенностях бимануального осязания. Обратить внимание на особенности функции рук и пальцев:

- разную активность правой и левой рук,
- разную функциональную роль пальцев (роль большого пальца как точки отсчета, роли указательного, среднего, безымянного и мизинца правой руки),
- симультанную работу пальцев,
- неравномерность движений по контуру (замедления, остановки, возвраты),
- преимущественные функции отдельных типов движений, а именно познавательных и контролирующих.

### **Контрольные вопросы:**

1. Каковы особенности восприятия формы при пассивном осязании?
2. В чем состоит специфика восприятия формы при активном осязании?
3. Каковы функции движения пальцев в процессе активного осязания?
4. Какова роль движения пальцев в процессе построения, измерения, контроля и коррекции осязательного образа?
5. Какова роль осязания в практической деятельности людей?

### **Практическое занятие № 21**

#### **Панели и пульты управления.**

#### **Зрительное восприятие. Зрительное поле человека.**

#### **Виды пультов. Форма. Компонировка органов управления на панели.**

#### **Проектирование и эргономическая оценка панели пульта управления**

### **Зрительное восприятие**

#### ***Особенности зрительного восприятия:***

Различительная чувствительность глаза в пределах поля зрения уменьшается от центра к периферии.

Подвижные объекты периферическим зрением воспринимаются лучше, чем

неподвижные.

Горизонтальные движения глаз быстрее и менее утомительны, чем вертикальные.

Точнее оцениваются горизонтальные пропорции и размеры.

**Эффективность зрительного восприятия.** На рабочем месте, особенно у станка, очень важна скорость и точность восприятия зрительной информации. Эффективность восприятия зависит от:

- уровня освещенности поля зрения;
- яркости объекта или поверхности, контрастности фона;
- достаточного размера объекта, т.е. достаточной величины углового размера объекта, (отношения линейной величины объекта к расстоянию наблюдения);
- времени различения объекта.

### Зрительное поле

Зрительное поле - пространство, которое видит наблюдатель, когда смотрит на неподвижную точку, находящуюся на уровне глаз. Зрительное поле разделяется на три зоны:

- *центрального зрения* - 1, 5 – 3град - четкое различие предметов;
- *мгновенного зрения* - около 18град;

Таблица 10.1

| Направление движения глазного яблока  | вверх      | вниз       | наружу      | внутри     |
|---------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|
| Предельный угол отклонения в градусах | 37град     | 53 град    | 43,5 град   | 46 град    |
| Предельный угол обзора в градусах     | 50-60 град | 70-80 град | 94-105 град | 60-62 град |

При работе у пульта управления должны быть выдержаны оптимальные углы зрения. При работе **стоя** угол зрения  $< 30^\circ \pm 2,5^\circ$ .

В горизонтальной плоскости угол обзора (при фиксированном взгляде в центр панели) при работе **сидя** должен составлять  $< 38^\circ \pm 2,1^\circ$ . Оптимальное поле зрения простирается на  $60^\circ$  ниже уровня глаз и на 30 в любую сторону от средней плоскости тела. Максимально допустимый угол (в виде исключения) составляет  $90^\circ$ .

При дальности наблюдения 12—25 см работа выполняется людьми с хорошим зрением в положении сидя, с опорой на локти, когда необходимо детальное рассматривание объектов (сборка мелких деталей, в том числе с помощью лупы). Высота стола 900-1000 мм.

При 25-35 см - тонкая работа в положении сидя и стоя, сборка мелких деталей, черчение, копирование, граверные работы.

При дальности наблюдения 35—50 см к зрительному различению деталей предъявляются меньшие требования; работа выполняется сидя и стоя — это обычная ручная работа сидя.

Свыше 50 см к зрительной деятельности предъявляются наименьшие требования в отношении различения и детального рассматривания; производится упаковка, монтаж больших деталей, тяжелая и грубая ручная работа с инструментом.

### Компоновка индикаторов и органов управления на панели

Внутреннее пространство пункта управления делится обычно на три зоны: рабочую, вспомогательную и отдыха.

Рабочая – главная функциональная зона. В этой зоне устанавливается пульт с аппаратурой управления, информационные щиты и панели, регистрирующие приборы.

Вспомогательная зона охватывает пространство, непосредственно прилегающее к обратной стороне оперативных щитов и панелей, необходимое для работ по наладке и контролю приборов и аппаратуры. Учесть проходы, обеспечивающие удобный подход к обратной стороне оперативных щитов.

Зона отдыха предназначена для психологической переадаптации оператора в процессе кратковременного отдыха и должна располагаться внутри пункта управления таким образом, чтобы из нее можно было наблюдать за появлением сигналов на мнемосхеме, оперативных щитах и пультах управления.

Три формы пультов:

- Фронтальная. Если возможно все органы управления разместить в пределах зон максимальной и допустимой досягаемости, а индикаторы – в пределах зоны центрального и периферийного зрения.
- Трапециевидная. Боковые панели развернуты относительно фронтальной плоскости под углом 90–120°.
- Многогранная, полукруглая – при наличии большого количества органов управления и средств отображения информации. Минимальный диаметр полукруглого пульта для одного оператора – 1200 мм.

Оптимальная форма пульта – полумесяц, обращенный к оператору вогнутой стороной.

Панель управления должна располагаться так, чтобы обеспечить наивысшую эффективность деятельности.

«Моторное поле» совмещают с «Полем эффективной видимости».

При компоновке (или оценке) органов управления необходимо учитывать:

- назначение и количество органов управления;
- соответствие размещения органов управления;
- соответствие размещения органов управления рабочим зонам;
- размер, форму, цвет, последовательность обращения и частоту использования органов управления;
- расстояние между отдельными органами управления и группами различных органов управления;
- число включений за время работы,
- направление, величину смещений и прилагаемых для этого усилий,
- общую величину затрачиваемой энергии при выполнении операций, связанных с управлением.

Высота пульта, предназначенного для работы сидя, должна быть в пределах 750—850 мм, а угол наклона его панели к горизонтальной плоскости — в пределах 10—20°.

Высота пульта стоя: 1200 мм, если оператору необходимо просматривать пространство за ним, 1600 мм, если не требуется обзор;

При проектировании пульта рекомендуемое расстояние от оператора до приборов: 30-80 см. Глубина рабочей панели не должна превышать 800 мм. Оптимальная зона: глубина от 12-15 до 60 см, ширина 60-70 см.

Оптимальным для работы считается пространство, ограниченное дугами, которые

описываются человеком при вращении в локтевом суставе (радиус до 350-400 мм в положении сидя и до 300 мм в положении стоя); максимальным считается пространство, описываемое вытянутыми руками при их повороте в плечевом суставе (радиус до 500 мм в положении сидя и до 600 мм в положении стоя).

Максимальные размеры зоны досягаемости для обеих рук составляют обычно 700 □ 1100 мм. Размер зоны досягаемости по ширине (1100 мм) может быть увеличен в некоторых случаях на 200—300 мм за счет наклонов корпуса и перемещения кресла на катках вдоль стола;

На панели, обслуживаемой стоя, важнейшие и часто используемые органы управления размещать на высоте 110-140 см от пола, остальные - не ниже 80 и не выше 160 см.

При использовании *тумблеров и переключателей* следует учесть: длину плеча рычага; ширину самой широкой части; направление включения; количество положений и угол поворота переключателя; поверхность ручки, захватываемой рукой (длина, ширина, глубина).

При оценке *органов ножного управления* (педали) необходимо отразить: нормальное положение (сидя, стоя); расстояние между педалями и их наклон; расстояние от кресла до педали; частоту обращения, возможность регулирования и затрачиваемые усилия.

Ногам оператора в положении сидя требуется ширина более 63 см (допускается 50 см), глубина 45 см.

Можно использовать *мнемосхемы*. Мнемоника – группа условных изображений на пульте..., на которых установлены сигнальные лампочки, поясняющие, где находится котел, турбины и т.д.

Место на пульте для ведения записей, размещения регистрационных журналов и технической документации должно быть расположено непосредственно перед оператором. Его минимальные размеры — 1000 мм в ширину и 300—400 мм в глубину.

**Надписи на пульте** должны располагаться единообразно: под или над каждым обозначенным элементом. Надписи должны быть расположены так, чтобы они читались слева направо. Каждый текст должен использоваться для обозначения только одной функции. Отношение высоты знака к его ширине должно быть приблизительно 3:2, высота букв и других символов на панелях, находящихся непосредственно перед оператором,— не менее 3 мм.

Размеры знаков: 15...40 угловых минут.

Ширина линий: 1,15 – 1,5 мм при расстоянии наблюдения 0,25...1,5 м.

В заключение необходимо обратить внимание на следующие вопросы: соответствует ли расположение органов управления деятельности оператора; особенности группового расположения органов управления, регулирующих один параметр; отношение органов управления к индикаторам; расположение органов управления относительно индикаторов (выше, ниже индикаторов); расположение аварийных органов управления; соответствие направления движения рукоятки (рычага) направлению движения стрелок, устройство места на пульте для ведения записей, размещения регистрационных журналов и технической документации.

### **Рекомендации к проектированию пульта**

1) последовательность расположения органов управления должна совпадать с последовательностью использования;

2) органы управления размещаются слева направо, сверху вниз;

3) органы управления и индикаторы необходимо сгруппировать в логические блоки по 5-6 приборов на участке. Целесообразно сгруппировать в горизонтальной плоскости,



симметрично;

4) целесообразнее компоновать приборы и органы управления в горизонтальной плоскости, нежели в вертикальной, симметрично, нежели асимметрично.

5) органы управления и индикаторы располагаются с учетом частоты их использования;

6) аварийные органы управления и индикаторы располагать в легко доступных местах, в оптимальной зоне досягаемости рук;

7) наиболее важные в функциональном отношении приборы (а также приборы с наиболее частой обращаемостью) должны находиться в центральном поле зрения и в оптимальном рабочем пространстве, которое ограничивается радиусом дуги в локтевом суставе — 340 мм;

8) наиболее важные органы управления следует располагать спереди и справа от оператора в зоне досягаемости правой руки.

9) при размещении органов управления на панели сверху вниз их порядок таков: главный выключатель «Стоп», главный переключатель (Вкл.-Выкл.), средства индикации положения отдельных частей машины, органы управления производственными процессами, органы автоматического управления, органы вспомогательного управления.

10) размещать главный выключатель «Стоп» в середине у верхнего края панели, слева от него - зеленая сигнальная лампа (готовность оборудования), справа - желтая (неисправность оборудования).

11) важнейшие индикаторы, за показаниями которых надо чаще наблюдать, сигнализаторы тревоги располагать посередине панели или в его левой верхней части.

12) второстепенные органы управления и индикаторы размещаются в зоне максимальной досягаемости руки (радиус дуги в плечевом суставе — 550 мм) - не обязательно в пределах оптимальных зон;

13) органы управления следует располагать так, чтобы работа равномерно распределялась между правой и левой рукой оператора, причем правой рукой должны выполняться операции наиболее ответственные, требующие наибольшей точности или наибольшей силы;

14) количество и траектория рабочих движений должны быть сокращены до минимума;

15) следует избегать расположения органов управления, последовательно используемых, на разных высотах;

16) следует избегать расположения органов управления, при котором возникает необходимость перекрестной работы двумя руками;

17) все органы управления нужно располагать таким образом, чтобы свести рабочие движения к движению предплечья, кисти, пальцев рук, допуская движения плечевого сустава в виде исключения;

18) точные движения лучше выполнять сидя; динамическая работа рук протекает более координировано в положении стоя;

19) биомеханика руки и ноги обусловлена шарнирным креплением плеча и предплечья, поэтому движения по окружностям предпочтительнее, чем прямоугольные;

20) если органы управления находятся рядом со своими индикаторами, то рука оператора при работе не должна закрывать индикатор, поэтому ручку, управляемую правой рукой, надо помещать правее или ниже соответствующего или взаимосвязанного индикатора, а ручку, управляемую левой рукой, — левее или ниже индикатора;

21) направление движения рукояток органов управления должно совпадать с направлением движения стрелок индикаторов; согласовать положение органов управления и соответствующих им индикаторов;

22) каждый индикатор располагать непосредственно над связанным с ним органом управления или все индикаторы располагать в верхней части, а все органы управления — в нижней части панели;

23) если органы управления расположены на одной панели, а связанные с ними индикаторы на другой, то относительное размещение элементов на обеих панелях должно быть одинаковым;

24) расстояние между краями рядом расположенных кнопок не должно быть менее 5 мм. Расстояние между группами кнопок принимают равным 200 мм.

25) расстояние при горизонтальном расположении между тумблерами должно быть не менее 18 мм;

26) расстояние между ближними краями соседних ручек селекторных переключателей, если они используются одновременно, должно быть не менее 75 мм, а при пользовании только одной рукой - не менее 25 мм;

27) во избежании случайного включения располагать рукоятки не ближе друг к другу, чем 12 см; делать разными по форме.

28) применять определенный, несколько отличный фон для каждой расположенной рядом функциональной группы приборов; помещать надписи на щитах для групп приборов сверху, а для индивидуальных — снизу;

29) наименее удобные места зоны отводятся для устройств, связанных с настройкой, калибровкой и проверкой; они могут быть размещены за пределами нормальной зоны или скрыты под панелью;

30) отсутствие острых кромок;

отсутствие шероховатости.

32) панель защищена от коррозии, факторов внешней среды;

### **Цветовое решение панелей и пультов управления**

**Восприятие цвета.** Для восприятия цветов нужна тренировка, как и в любой сфере деятельности. Тренированный текстильщик может различить до 100 оттенков черного цвета.

Цветовое зрение осуществляется за счет центральных областей сетчатки глаза, ахроматическое – за счет периферического зрения.

На большом расстоянии хуже воспринимается синий цвет.

**Цветовое решение пультов.** Используют спокойные цвета сложных приглушенных тонов.

Для цветового решения пультов рекомендуются тона: пастельные, светло-голубовато-серые в комбинации с кремовым или слоновой кости или более темными оттенками неярких тонов синего, сине-серого или черного цветов.

Шкалы не должны резко контрастировать с цветом панели. Максимальная удобочитаемость достигается при резком цветовом контрасте между оцифровкой деления шкалы, штрихами, стрелкой и фоном шкалы.

### **Освещение панелей и индикаторов**

Все элементы должны быть хорошо обозримы. Освещение: дневное, искусственное. Учитывают источники света, расположение окон.

Учитывают отражение света от поверхности панели или стекол приборов и ослепление оператора. Свет не должен отбрасывать резкие тени.

Используют матовые поверхности.

Можно использовать флуоресцирующие покрытия.

При продолжительном наблюдении рекомендуется использовать индикаторные шкалы светло-зеленого цвета (глаз меньше устает).

Не должно быть большого контраста между предметом и фоном.

При необходимости используют подсветку.

### **Символы и знаки**

Используют стандартизованные или принятые знаки и символы. При создании нового знака необходимо обратиться к правилам семиотики. Символы должны быть просты, выразительны, легко понятны, чтобы исключить возможность путаницы. Иметь международное признание.

Выполняя символ в цвете, иметь в виду воздействие цвета подсветки, а также факт, что определенный процент людей является дальтониками.

Символ должен резко контрастировать с фоном. Наиболее удобочитаемы обозначения, у которых отношение площади символа к площади фона 1:1 -1:3.

Учитывают удобочитаемость при неблагоприятных условиях, простота размножения (репродуцирования) обычными техническими средствами. Если положение знака установленное, то не размещать на вращающихся элементах (токарного станка).

Для распознавания лучше – строчные буквы.

### **Зрительное восприятие.**

Главные элементы глаза: роговица, радужная оболочка, хрусталик, сетчатка, зрительный нерв, идущий к зрительным центрам полушарий головного мозга.

Зрачок – отверстие в зрительной оболочке. При сильном свете и на красный и желтый цвет – сужается, при слабом и на синий и зеленый – расширяется.

Диаметр зрачка – 2...8 мм, поэтому диапазон яркостей ограничен по сравнению с существующими в природе.

В сетчатке находятся окончания волокон зрительного нерва – палочки и колбочки.

130 млн. палочек (по периферии) и 7 млн. колбочек (в центре).

Зрение, осуществляемое при помощи палочек – сумеречное (все оттенки серого).

Палочки более чувствительны к коротковолновым излучениям.

Скорость прохождения нервных импульсов по зрительным нервам – 70 м/сек.

Если поднести к одному предмету красный, к другому зеленый свет, возникает впечатление белого света.

Обычно- бинокулярное зрение – двумя глазами – объемное.

### **Зрительная деятельность.**

- Восприятие справа более благоприятно, чем слева.
- Зона оптимального видения расположена перпендикулярно оси зрения
- Наиболее быстро и четко воспринимаются показания приборов в правом верхнем квадрате. Там размещают сигнализаторы об опасности. Следующим по точности является нижний правый, затем верхний левый квадраты. Хуже всего – нижний левый.

### **Панели и пульты управления.**

**Зрительное восприятие. Зрительное поле человека.**

## **Виды пультов. Форма. Компонировка органов управления на панели.**

### **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ (ИЛЛЮЗИЯ МЮЛЛЕР - ЛАЙЕРА)**

#### **Цели и задачи практического занятия:**

1. Знакомство с иллюзиями зрительного восприятия.
2. Анализ известных геометрических иллюзий.
3. Изучение иллюзии Мюллер-Лайера.

#### **Теоретические сведения.**

Восприятие - это отражение предметов и явлений в совокупности их свойств и частей при непосредственном воздействии их на органы чувств. Процесс восприятия протекает в совокупности с другими психологическими процессами личности: мышлением, речью, чувствами, волей. Все это может привести к не совсем адекватному восприятию, в том числе и к искажению зрительного образа, к появлению так называемых иллюзий зрения.

Подавляющее большинство иллюзий зрения возникает из-за ложного суждения о видимом, т.е. при осмысливании зрительного образа. Причины зрительных иллюзий могут быть связаны и с оптическим несовершенством глаза и особенностями строения глаза (например, наличие слепого пятна на сетчатой оболочке глаза в том месте, где в глаз входит зрительный нерв), вследствие особых условий наблюдения (наблюдение при неподвижных осях глаза, наблюдение одним глазом), и т.д.

Приведем примеры некоторых иллюзий:

1. Явление иррадиации (лат. “неправильное излучение”) - светлые предметы на темном фоне кажутся увеличенными против своих настоящих размеров, так как вследствие несовершенства хрусталика как бы раздвигаются границы светлой поверхности.

2. “Целое” и “часть” - фигуры и их части человек воспринимает не отдельно, а всегда в соотношении с фоном или обстановкой. Различают :

- психологические аспекты восприятия - “целое больше - больше и его части”. Мы ошибочно воспринимаем все части меньшей фигуры меньшими, а все части большей фигуры - большими (большой и маленький треугольник, одна из сторон у которых в обоих случаях одинакова);

- общепсихологический закон контраста (обстановки, фона), взаимосвязи с другими фигурами.

- неспособность зрительного аппарата иногда выделить часть из целого из-за сложности обстановки (например, в беспорядке линий одного цвета, яркости и толщины не сразу можно распознать какую-то определенную фигуру);

- уподобление (ассимиляция) одной части фигуры другой. Прямая, касательная ко всем кружкам разных радиусов, кажется кривой, т.к. человек невольно уподобляет ее верхней криволинейной границе (*Иллюзия С. Томпсона*).

3. В силу исторически накопленного опыта и благодаря расположению линии, соединяющей глаза человека в горизонтальной плоскости, горизонтальные размеры и пропорции оцениваются точнее, чем вертикальные.

4. Преувеличение вертикальной протяженности по сравнению с горизонтальными.

5. При делении на глаз вертикальной линии пополам обычно середина оказывается слишком высоко.

6. Вертикальные параллельные линии при значительной их длине кажутся в верхней части слегка расходящимися, а горизонтальные - сходящимися.

7. Иллюзии заполненного пространства (заполненное пространство, по которому глаз скользит горизонтально, удлиняется - см. рис. 1). Например, на море все расстояния кажутся меньшими, т.к. беспредельный простор моря является пространством неподразделенным. Здания, украшенные рельефами и орнаментом, кажутся больше своей действительной величины.

8. Преувеличение острых углов. Возможно, этого рода иллюзии появляются из-за явления иррадиации, т.к. расширяется видимое нами светлое пространство около темных линий. Возможно, острый угол увеличивается по причине общепсихологического контраста, так как острые углы лежат рядом с тупыми, и влияние оказывает обстановка. Преувеличение острых углом приводит к иллюзии нарушения прямолинейности.

9. Меняющийся рельеф и перспектива. Иллюзии связаны со способностью глаза видеть предметы на разных расстояниях, воспринимать пространство по яркости предметов, по их теням и по числу промежуточных предметов.

Например, раскрытая книга кажется изображенной то корешком к нам, то корешком от нас. Это происходит как по нашему желанию, так и непроизвольно, иногда даже наперекор нашему желанию.

Человек часто видит сходящиеся вдаль параллельные линии (полотно железной дороги, шоссе и т.п.). Перспективное восприятие пространства, выработанное многовековой эволюцией зрения, человек переносит и на рассматриваемые им картины и фотографии, на которых изображены разноудаленные предметы. На рисунке многие фигуры кажутся объемными благодаря перспективе: коридор уходит вглубь и т.д.

10. Прямолинейные контуры прослеживаются легче криволинейных.

11. “Фигура” и “фон”.

- на более темном фоне фигуры кажутся светлее, на более светлом - темнее;
- при восприятии фигуры и фона человек склонен видеть прежде всего пятна меньшей площади, а также более яркие пятна. Чаще всего фон нам кажется лежащим дальше от нас, за фигурой;
- “отпадание к фону” - на большом расстоянии форма предмета искажается: тонкие линии его контура, резкие переходы “отпадают” к фону.

Глаз часто темное пятно воспринимает за тень от других рядом стоящих предметов. На этом принципе основана камуфляжная окраска предметов пятнами разных цветов в целях военной маскировки. Такая же окраска “камуфляж” наблюдается в мире животных и растений, служит для них защитной окраской.

12. Иллюзии цветового зрения:

- смещение максимума при переходе от дневного зрения к сумеречному: при низкой освещенности понижается чувствительность глаза к цветам длинноволнового участка видимого спектра (красные, оранжевые), но в данных условиях глаз обладает повышенной чувствительностью к цветам коротковолновой части спектра (синие, фиолетовые). Красный мак и василек на рисунке при дневном освещении кажутся по яркости близкими друг к другу. В сумерках мак кажется темным, а василек более светлым;
- собственно цветовые контрасты: цвет объекта изменяется в зависимости от фона. Черный круг кажется слегка красноватым на зеленом фоне, зеленоватым на красном фоне, зеленовато-желтым на фиолетово-голубом фоне, медно-красным на голубом.

13. Иллюзии при движении объекта. Если круг с окрашенным сектором привести в движение, то весь круг кажется окрашенным. Это можно объяснить способностью глаза в течение долей секунды удерживать зрительное впечатление, хотя видимый предмет уже исчез из вида. На данном свойстве глаза основан кинематограф: при смене 24 -х кадров в секунду и при перекрытии окна проектора в момент смены кадра особым экраном (обтюратором) глаз не замечает смены и воспринимает не движение ленты, а более

медленное движение фигур, проектируемых на экран.

14. Зрительное утомление в большей степени обусловлено утомлением двигательного аппарата глаз, чем светоощущающего, то есть следует сокращать маршруты движения глаз при их работе.

15. При быстрой смене объектов предшествующие образы влияют на последующие. Например, прямая линия кажется кривой, если на нее взглянуть после рассматривания кривой.

Существуют и другие виды зрительных иллюзий. В данной работе подробнее остановимся на геометрических иллюзиях.

Геометрические иллюзии — наиболее часто изучаемые иллюзии зрительного восприятия. Большинство известных геометрических иллюзий можно рассматривать либо как искажение в восприятии величины (длины или размера), либо как искажение в восприятии направления линий.

Лучшим примером иллюзии длины отрезка является иллюзия Мюллер—Лайера: две линии равной длины, одна из которых оканчивается сходящимися, а другая—расходящимися клиньями, воспринимаются человеком как неравные по длине. При этом эффект иллюзии настолько устойчив, что она возникает и в том случае, если человек знает о причинах его возникновения.

#### **Оборудование и материал.**

Для проведения опыта необходимо изготовить простую установку (рис. 4). На вертикальном непрозрачном экране закрепляют лист белого картона (297х210 мм), на котором тушью начерчена прямая горизонтальная линия толщиной около 3 мм и длиной 230 мм. Слева линия оканчивается сходящимся клином (“наконечник стрелы”), а справа—расходящимся клином (“перо стрелы”).

На верхний край экрана на роликах (не видимых испытуемому?) подвешивают подвижную планку, на которой точно на уровне горизонтальной линии нарисован клин, направленный острым углом вправо. На не видимой испытуемому, но видимой экспериментатору стороне установки закреплена миллиметровая линейка, нулевая точка которой совпадает с точкой деления линии на два отрезка и концом подвижного клина в центральном положении.

*На экране* закреплен лист бумаги, на котором изображены стимулы, *в центре* экрана — подвижная планка.

#### **Порядок работы.**

В опыте используется метод средней ошибки. Опыт проводится в условиях свободного наблюдения (без ограничения поля зрения). Опыт студенты выполняют в парах, причем один из ее членов является экспериментатором. Всего испытуемый должен произвести 30 подравниваний. До начала опыта экспериментатор сообщает следующую инструкцию: “Передвигая движок с наконечником вправо или влево, разделите отрезок на две равные части. Постарайтесь задание выполнить как можно точнее!”

Экспериментатор устанавливает движок в такое положение, при котором видимые отрезки явно неравны (в крайнее правое или крайнее левое положение). После этого испытуемый должен передвигать движок, пока ему не покажется, что он установил тем самым равный отрезок.

#### **Обработка результатов следующая:**

1) рассчитать значения средней ошибки для подравниваний со знаком плюс и со

знаком минус (Мош+ и Мош -);

2) рассчитать среднеквадратичное отклонение для этих же подравниваний:  $\sigma_{o?+}$  и  $\sigma_{oш-}$ ;

3) рассчитать общие значения, т. е. без учета знака установки средней ошибки ( $M_{об}$ ) и среднеквадратичного отклонения ( $s_{ош}$ ).

### **Контрольные вопросы**

1. В чем сущность геометрических иллюзий зрительного восприятия?
2. Приведите примеры других геометрических иллюзий, известных Вам из литературных данных или собственного опыта.

## **Практическое занятие № 22**

### **Рекомендации к проектированию пульта.**

**Цветовое решение панелей. Освещение панелей. Символы и знаки.**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАНЕЛИ ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ**

### **Цели и задачи практического занятия:**

1. Ознакомиться с методикой и порядком конструирования и проведения эргономической оценки пультов управления.

2. Проектирование лицевой панели пульта с использованием методики выбора оптимальных размеров, планировки и компоновки средств отображения информации пультов и органов управления.

3. Эргономическая оценка расположения органов управления и индикации на пульте управления.

Работа направлена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций:

стремится к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

осознает сущность и значение информации в развитии современного общества; владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОК-14);

способен синтезировать набор возможных решений задачи или подходов к выполнению дизайн-проекта; научно обосновать свои предложения (ПК-1);

разрабатывает проектную идею, комплекс функциональных, композиционных решений (ПК-3).

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Эргономическая оценка пульта управления позволяет выяснить уровень надежности, пропускную способность и степень точности работы оператора, прогнозировать поведение действующих систем, а также принять ряд мер для максимального повышения эффективности их работы.

Для выполнения работы студент должен иметь три листа миллиметровой бумаги (формат А2), чертежные принадлежности (циркуль-измеритель, транспортир, линейка и т. д.), конспект лекций и справочную литературу по эргономике.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Краткая характеристика изучаемого объекта: назначение пульта (стенда); какие основные и дополнительные параметры регулируются; основные задачи оператора (за какими параметрам следит, какие регулирует, по каким вопросам принимает решение); последовательность выполнения операций; ведущие каналы информации (зрительный, слуховой); моторные действия (ручное, ножное управление); контингент лиц, на которых рассчитан пульт (пол, возраст, страна); ограничения в работе или какие-либо особые условия размещения и эксплуатации.

Б. Оценка места расположения пульта, среды, в которой пульт функционирует, и ее влияния на изучаемую систему;

В. Возможные аварийные ситуации и отказы; функции операторов в экстремальных ситуациях;

Г. Оценка отдельных приборов. Указывается общее число приборов, их назначение и характеристики (стрелочные, картинные, окошечные и т. д.), схема расположения, частота обращения к тому или иному прибору. Проверяются связи, т. е. порядок осуществления наблюдения за приборами. Приборы с более тесными связями должны располагаться рядом. Следует избегать пересекающихся маршрутов.

Д. Оценка органов управления. Наименование, назначение и количество органов управления; их размещение; размер, форма, цвет, последовательность обращения и частота использования; расстояние между отдельными органами управления и группами; число включений за время работы, направление, величина смещений и прилагаемых для этого усилий, общая величина затрачиваемой энергии при выполнении операций, связанных с управлением.

На пульте управления можно применять несколько видов органов управления: кнопки, клавиши, тумблеры, рукоятки, рычаги, переключатели. Форма ручек управления зависит от характера и режима работы оператора, от его психофизиологических и антропометрических особенностей, от общего числа органов управления.

При оценке *тумблеров* и *переключателей* следует указать: длину плеча рычага; ширину самой широкой части; направление включения; количество положений и угол поворота переключателя; поверхность ручки, захватываемой рукой (длина, ширина, глубина).

Обратить внимание на следующие вопросы: особенности группового расположения органов управления; расположение органов управления относительно индикаторов (выше, ниже индикаторов); расположение аварийных органов управления; соответствие направления движения рукоятки (рычага) направлению движения стрелок; размещения регистрационных журналов и технической документации.

Е. Оценка средств отображения информации (СОИ). Описывается общий вид, размеры и расположение информационных панелей.

### Учет закономерностей зрительного восприятия

Зрительное поле - пространство, которое видит наблюдатель, когда смотрит на неподвижную точку, находящуюся на уровне глаз. Зрительное поле разделяется на три зоны:

- *центрального зрения* -  $1, 5 - 3^0$  - четкое различие предметов;
- *мгновенного зрения* - около  $18^0$ ;
- *эффективной видимости* - в пределах  $30^0$  - достаточно хорошее восприятие предметов; при поворотах головы зона расширяется до  $210^0$  в вертикальной плоскости и до  $240^0$  в горизонтальной.

Различительная чувствительность глаза в пределах поля зрения уменьшается от центра к периферии.



Таблица 1

| Направление движения<br>глазного яблока  | вверх | вниз   | наружу | внутри |
|--|-------|--------|--------|--------|
| Предельный угол отклонения<br>в градусах |       | 43,5   | 53     | 46     |
| Предельный угол обзора<br>в градусах     | 50-60 | 94-105 | 70-75  | 60-62  |

При работе у пульта управления должны быть выдержаны оптимальные углы зрения. При работе *стоя* угол зрения  $< 30^\circ \pm 2,5^\circ$ .

В горизонтальной плоскости угол обзора (при фиксированном взгляде в центр панели) при работе *сидя* должен составлять  $< 38^\circ \pm 2,1^\circ$ . Оптимальное поле зрения простирается на  $60^\circ$  ниже уровня глаз и на 30 в любую сторону от средней плоскости тела. Максимально допустимый угол (в виде исключения) составляет  $90^\circ$ .

Таблица 2

| Угол             | $0^\circ$ | $5^\circ$ | $20^\circ$ | $35^\circ$ | $50^\circ$ | $65^\circ$ | $80^\circ$ |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Чувствительность | 1         | 1/2       | 1/4        | 1/8        | 1/12       | 1/18       | 1/36       |

### Рекомендации к расположению органов управления

- 1) глубина рабочей панели не должна превышать 800 мм;
- 2) органы управления и индикаторы необходимо сгруппировать в логические блоки;
- 3) органы управления и индикаторы располагаются с учетом частоты их использования;
- 4) количество и траектория рабочих движений должны быть сокращены до минимума;
- 5) органы управления следует располагать так, чтобы работа равномерно распределялась между правой и левой рукой оператора причем правой рукой должны выполняться операции наиболее ответственные, требующие наибольшей точности или наибольшей силы;
- 6) следует избегать расположения органов управления, последовательно используемых, на разных высотах;
- 7) последовательность расположения органов управления должна совпадать с последовательностью использования;
- 8) органы управления размещаются слева направо, сверху вниз;
- 9) если органы управления находятся рядом со своими индикаторами, то рука оператора при работе не должна закрывать индикатор, поэтому ручку, управляемую правой рукой, надо помещать правее или ниже соответствующего или взаимосвязанного индикатора, а ручку, управляемую левой рукой, — левее или ниже индикатора;
- 10) если органы управления расположены на одной панели, а связанные с ними индикаторы на другой, то относительное размещение элементов на обеих панелях должно быть одинаковым;
- 11) следует избегать расположения органов управления, при котором возникает необходимость перекрестной работы двумя руками;
- 12) направление движения рукояток органов управления должно совпадать с направлением движения стрелок индикаторов;
- 13) стремиться к горизонтальному расположению приборов;
- 14) каждый индикатор располагать непосредственно над связанным с ним органом управления или все индикаторы располагать в верхней части, а все органы управления — в нижней части панели;

15) наиболее важные в функциональном отношении приборы (а также приборы с наиболее частой обращаемостью) находились в центральном поле зрения и в оптимальном рабочем пространстве, которое ограничивается радиусом дуги в локтевом суставе — 340 мм;

16) наиболее важные органы управления следует располагать спереди и справа от оператора в зоне досягаемости правой руки. Максимальные размеры зоны досягаемости для обеих рук составляют обычно 700 x 1100 мм. Размер зоны досягаемости по ширине (1100 мм) может быть увеличен в некоторых случаях на 200—300 мм за счет наклонов корпуса и перемещения кресла на катках вдоль стола;

17) оптимальным для работы считается пространство, ограниченное дугами, которые описываются человеком при вращении в локтевом суставе (радиус до 350-400 мм в положении сидя и до 300 мм в положении стоя); максимальным считается пространство, описываемое вытянутыми руками при их повороте в плечевом суставе (радиус до 500 мм в положении сидя и до 600 мм в положении стоя);

18) аварийные органы управления и индикаторы располагать в легко доступных местах, в оптимальной зоне досягаемости рук;

19) оптимальная ширина кнопок, расположенных рядом, равна 12,5—18 мм. Расстояние между краями рядом расположенных кнопок не должно превышать 5. Расстояние между группами кнопок следует принимать равным 200 мм. Глубина утапливания кнопок не должна быть одинаковой; для часто используемых кнопок она равна 3—5 мм, а для редко используемых — от 6 до 12 мм;

20) тумблеры должны отвечать следующим требованиям: диаметр ручки тумблера следует принимать от 3 до 12 мм, длину плеча рычага (ручки) — от 12 до 25 мм; расстояние при горизонтальном расположении между тумблерами должно быть не менее 18 мм; в двухпозиционном тумблере при переходе от одного положения в другое средняя линия рычага должна перемещаться не менее чем на 60°, а в трехпозиционном — не менее чем на 40°; при горизонтальном расположении тумблеров поворот вправо всегда должен обозначать «Включено», «Больше», поворот влево - «Выключено», «Меньше»;

21) расстояние между ближними краями соседних ручек селекторных переключателей, если они используются одновременно, должно быть не менее 75 мм, а при пользовании только одной рукой - не менее 25 мм;

22) надписи на пульте должны располагаться единообразно: под или над каждым обозначенным элементом. Каждый текст должен использоваться для обозначения только одной функции. Отношение высоты знака к его ширине должно быть приблизительно 3:2, высота букв и других символов на панелях, находящихся непосредственно перед оператором, — не менее 3 мм;

23) все органы управления нужно располагать таким образом, чтобы свести рабочие движения к движению предплечья, кисти, пальцев рук, допуская движения плечевого сустава в виде исключения;

24) второстепенные органы управления и индикаторы размещаются в зоне максимальной досягаемости руки (радиус дуги в плечевом суставе — 550 мм) - не обязательно в пределах оптимальных зон;

25) наименее удобные места зоны отводятся для устройств, связанных с настройкой, калибровкой и проверкой; они могут быть размещены за пределами нормальной зоны или скрыты под панелью;

26) применять определенный, несколько отличный фон для каждой расположенной рядом функциональной группы приборов; помещать надписи на щитах для групп приборов сверху, а для индивидуальных — снизу;

27) форма должна быть удобной, без острых углов, нескользкой;

28) исключить случайный сдвиг и срабатывание органов управления;

29) рука двигается лучше в горизонтальной плоскости, чем в вертикальной, правая рука - против часовой стрелки, левая - по часовой;

30) если требуется быстрая реакция, следует использовать движение по направлению "к себе";

31) движения вперед быстрее, чем движения в сторону;

32) максимальная частота движения руки при сгибании и разгибании около 80 раз в минуту, ноги - 45 раз, корпуса - 30 раз, частота пальца - 6 раз в секунду, ладони - 3;

33) точные движения лучше выполнять сидя; динамическая работа рук протекает более координировано в положении стоя;

34) биомеханика руки и ноги обусловлена шарнирным креплением плеча и предплечья, поэтому движения по окружностям предпочтительнее, чем прямоугольные.

### **Вариант задания.**

Разработать лицевую панель пульта управления.

Площадь лицевой панели - 650 x 400 мм<sup>2</sup>.

На панели расположить следующие конструкторские элементы:

1) рукоятку 7061-0018 - 2 шт.;

*угол поворота рукоятки - 120 °, >В 0 ° до 120 ° (max);*

2) индикатор стрелочный 60 x 100 мм;

3) три кнопки поворотные 65 МН12-64 (*например, 1 - скорость, 2 - освещение, 3 - индикация*) с возможными 5 переключениями,

4) семь оригинальных кнопок (*например, ВКЛ, ВЫКЛ, ВВЕРХ или ↑, \_\_\_\_\_ или ↓, \_\_\_\_\_ или ←, ВПРАВО или →*).

8 индикаторов 20 x 30 мм<sup>2</sup> для индикации цифр.

## **Практическое занятие №23**

### **Средства визуальной коммуникации. Индикаторные приборы и устройства.**

**Требования к индикаторам. Основные правила передачи информации. Удобочитаемость индикаторов.**

Индикаторные приборы и устройства относят к средствам, позволяющим оператору наблюдать за работой устройств сигнализации, контролировать и управлять машинами и техпроцессами. Индикаторы позволяют расширить диапазон контроля за параметрами, информация о которых может быть не замечена оператором. Индикаторы являются источниками сенсорной связи человека с информацией (световыми и звуковыми сигналами и т.д.).

Наибольший объем информации (90-95%) воспринимается органами зрения, поэтому основную часть индикаторов составляют визуальные. Существуют также - акустические (звуковые), тактильные индикаторы.

Требования к индикаторам:

- надежность показаний;
- удобочитаемость;
- эстетический вид;

- целесообразный способ крепления;
- качественная обработка поверхности;
- возможность подсветки шкалы.

### **Основные правила передачи информации**

1. Индицируются лишь важные параметры управления. Менее важные, перегружая информацией, могут вызвать психическое состояние беспокойства.
2. Отсчет одинаковых параметров осуществляется не более чем одним способом, если для этого нет особых причин (двойная сигнализация).
3. Объем информации не должен превышать возможности наблюдения и внимания оператора. Человек может воспринимать одновременно до семи важных показаний.
4. В случае перенапряжения одного органа чувств, воспринимающего показания индикатора (например, зрения), предусмотреть возможность использования другого органа восприятия информации (слуха).
5. Самые важные индикаторы, за показаниями которых надо постоянно наблюдать, сигнализаторы тревоги располагать на самом видном месте: посередине панели или слева вверху.
6. Не рекомендуется использовать индикаторы, осуществляемые отсчет двух и более параметров.
7. Шкалы должны обеспечить удобочитаемость показаний.
8. Направление движения стрелки должно быть связано с органами управления.
9. Конструкция должна обеспечить функционирование индикатора в любых предусмотренных проектом условиях.

### **Удобочитаемость индикаторных устройств**

Удобочитаемость - точное считывание, хорошая видимость, различение показаний. Зависит от:

- размещения на панели и расположения относительно человека (угла зрения);
- размеров циферблата и шкалы по отношению к расстоянию наблюдающего от индикатора;
- качества исполнения шкалы, градуировки, параметров делений и штрихов, величине интервалов между делениями;
- качества циферблата, размеров, формы цифр, букв, знаков и их цвета, цветового контраста, расположения букв и цифр;
- формы и расположения стрелки относительно шкалы;
- быстроты считывания информации. Время, необходимое для считывания показаний - 0,2 - 1 с;
- типа и цвета подсветки циферблата;
- цветового решения. Темные знаки на светлом фоне при оптимальном естественном освещении более удобочитаемы, чем светлые на темном.

Следует учитывать, что у пожилых людей ухудшается зрение, замедляются двигательные реакции.

При переносе взора с прибора, находящегося на расстоянии 66 см от глаз на прибор, отстоящий на 114 см, время чтения увеличивается на 8-21% - необходима смена конвергентной установки глаз.

### **Знаки, условные обозначения**

Выготский Л.С. (1956 г.): «Вещи-знаки, психические орудия человека».

Символы должны быть просты, выразительны, понятны, исключать путаницу.

Обозначения должны быть такими, чтобы их легко можно было изобразить при помощи линейки и циркуля; иметь международное признание. Простота размножения.

Могут быть черно-белые и цветные (учитывать подсветку, дальтонизм).

ВНИИ ТЭ разрабатывал знаки системы визуальной коммуникации по заказу транспортных организаций: бегущий ребенок – «Внимание! – школа», голова лошади в красном круге – «проезд на лошади запрещен».

Отношение площади символа к фону : 1:1 ....1:3.

Разработана и рекомендована Международной ассоциацией по стандартизации система изобразительных обозначений-символов.

## Практическое занятие № 24

**Виды индикации. Шкалы. Шрифты. Знаки и условные обозначения.**

**Учет иллюзий зрения.**

### Виды индикации

•**Стрелочная.** До сих пор распространена, не смотря на недостатки (большие размеры, нет наглядности).

### *Шкалы*

Надо: 0-1-2-3-4-5 или 0-5-10-15-20

Допустимо: 0-2-4-6-8-10

Нельзя: 0-3-6 или 0 - 1,5 – 3 - 4,5

Рекомендуемые шкалы

0 1 2 0 5 10 0 10 20

Различие рисков по высоте: 2 : 1,5 : 1

*большая риска*

*малая*

*средняя*

Различие рисков по толщине: 3 : 2,5 : 2

*большая риска*

*малая*

*средняя*

Оптимальная ширина штриха 0,8 - 1,0 мм для малых приборов и 1,2-1,5 мм для больших.

Оцифрованные штрихи должны быть в 2-4 раза толще и в 2-2,5 раза длиннее остальных.

Если расстояние между делениями равно 1, то минимальная высота риски 1,5.

Высота большого штриха > 1/90 расстояния до наблюдателя.

Высота малого штриха > 1/200 расстояния.

Наименьший интервал между штрихами 1/600 расстояния.

Пример: Расстояние 750 мм.

Самый малый интервал 1,5 мм.

При увеличении интервала до 3,5 – 6,6 мм точность считывания возрастает.

Дальнейшее увеличение не существенно.

Лучший интервал между большими отметками 12,5 ... 18 мм.

Минимальный размер шкалы 25 мм. На расстоянии 700 мм можно различить 50 делений, на расстоянии 3000 мм на шкале должно быть менее 10 делений.

Для 50 делений при расстоянии 1000 мм достаточно шкала 40 мм, при расстоянии 3000 мм – шкала 110 мм.

Фон шкалы должен быть матовым, исключить блики.

Если на циферблате 2 *стрелки*, то им следует придать различную форму или окраску.

Точнее ориентироваться, если кончик стрелки не касается делений шкалы, а удален, но не более чем на 1,6 мм.

Стрелка должна доходить вплотную до линии рисок ли не доходить менее чем  $\frac{1}{2}$  высоты малых рисок.

На шкалах можно сразу обозначать опасные зоны цветом:

Внимание! – желтый      красный – стоп!

• **Знаковая индикация** (цифры, буквы, фигуры...)

Наиболее эффективны – категории цвета и числа.

Простые знаки и сложные опознаются сложнее, чем средней сложности.

Наиболее часто ошибки возникают при опознавании цифр, включающих кривые линии.

Обычно высота буквы  $H = \text{расстояние до наблюдателя (мм)} / 200$

Ширина -  $\frac{2}{3} H$

Толщина линии  $\frac{1}{6} H$

Расстояние между словами -  $\frac{2}{3} H$ .

• **Графическая индикация.**

Практическое занятие № 25

**Факторы окружающей среды**

**Гигиенические показатели при дизайн- проектировании**

Гигиена труда изучает взаимосвязь между организмом человека и факторами, характеризующими производственную среду.

Данные, свидетельствующие о положительном воздействии различных производственных факторов на организм человека, являются основой, на которой гигиена труда разрабатывает рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

| Факторы   | Зона<br>высшего<br>комфорта | Комфортная<br>зона | Некомфортная<br>зона | Невыносимая<br>зона |
|---|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Холод в $^{\circ}\text{C}$                        |                             | +18                | -1                   | <-1                 |
| Тепло в $^{\circ}\text{C}$                        |                             | +24                | +43,5                | >+43,5              |
| Влажность воздуха в %                             | 50                          | >40, <60           | >20, <80             | <20, >80            |
| Вентиляция<br>в $\text{м}^3/\text{час}$ на 1 чел. | 34                          | 22                 | 8,5                  | <8,5                |
| Высота над уровнем моря в<br>м                    |                             | 3000               | 6000                 | >6000               |
| Шум в децибелах                                   | 70                          | 85                 | 120                  |                     |
| Амплитуда вибраций<br>в мм                        |                             | 0,2                | 1,3                  | >1,3                |
| Наклон тела вперед и                              | 0                           | 5                  | 20                   | >20                 |

|                  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|
| назад в градусах |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|

Гигиенические требования необходимо учитывать при проектировании изделий всех типов. Например, при проектировании мебели гигиенические требования обуславливают соответствие мебели особенностям организма человека и включают следующие показатели: чистоту и гигиеничность материалов, допускающих влажную уборку изделий, температуростойкость материалов (от  $-40$  до  $+80$  град), их антитоксичность, антистатичность, теплопроводность материалов, с которыми соприкасается человек (не более  $0,4$  ккал/ч\*м\* $0^{\circ}\text{C}$ ), цветостойкость, отсутствие шума, скрипа и щелчков при открывании и закрывании дверей, ящиков и т.п. Гигиенические требования предполагают также оптимальные значения параметров физической среды: микроклимата помещений, освещенности, шума, вентилируемости и т.п.

### Состав воздуха

ГОСТ 12.1.005-76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

В воздухе обычно содержится 20% кислорода. При уменьшении кислорода до 14% – кислородное голодание., до 6–9% – опасность для жизни.

Содержание азота – 78%.

Углекислый газ  $\text{CO}_2$  – 0,03%. При увеличении до 3% – раздражаются дыхательные пути, шум в ушах, головные боли. При увеличении до 8–10% – удушье и смерть.

Оксид углерода  $\text{CO}$  (угарный газ) – не имеет цвета и запаха. Образуется при горении топлива, в двигателях внутреннего сгорания. При кратковременном пребывании (до 1 мин) концентрация не должна превышать 1,5 мг/л. Длительное пребывание в 0,2–0,5 мг/л – вызывает слабость, расстройство координации движений, головную боль, спутанность сознания, слабость в ногах, тошноту, сердцебиение, покраснение лица, ухудшение внимания, памяти, точности движений. При повышении температуры токсичное действие увеличивается.

Сернистый газ  $\text{SO}_2$  образуется при сжигании минерального топлива. Нарушает жизнедеятельность растений, вызывает коррозию металлов, разрушает строительные материалы. Имеет резкий запах.

Предельно допустимые концентрации – это концентрации, которые при ежедневной работе не могут вызвать заболевания.

### *Предельно допустимые концентрации вредных газов в воздухе за 8 ч смены в мг/м<sup>3</sup>*

Оксид углерода 9000  
Ацетон 800  
Метиловый спирт 100  
Бензин 50  
Аммиак 40  
Сероводород 10  
Хлор 3  
Серная кислота 1  
Иод 1  
Олово 0,05  
Ртуть 0,05

Минимально свободное пространство на 1 человека при минимальной концентрации вредных веществ – 13 м<sup>3</sup>, при максимальной концентрации 30 м<sup>3</sup>.

25,5 % всех загрязняющих атмосферу веществ приходится на долю транспорта.

Содержание ядовитых веществ порой превышает допустимую концентрацию в 1,5–4 раза.

Газы, вызывающие **парниковый эффект**: углекислый газ, хлорфторуглеводороды, метан, озон, окислы азота. Их относительный вклад в прирост парникового эффекта составляет соответственно 50, 20, 16, 9 и 5 %. Большая часть техногенных выбросов углекислого газа приходится на долю промышленно развитых стран: США - 25%, Россия и страны ближнего зарубежья - 19%, ЕЭС - 14%, Китай 10%, весь остальной мир - 32% (на 1986 год). В расчете на душу населения США выбрасывает в 7,5 раз больше, чем весь остальной мир.

**Кислотные дожди** известны более 100 лет, однако проблема возникла около 30 лет назад. Источники кислотных дождей - газы, содержащие серу и азот, их неравномерное распределение в атмосфере. Источники поступления серы - естественные (вулканическая деятельность, действия микроорганизмов) 31-41%, антропогенные (ТЭС, промышленность) 59-69%. Источники соединения азота: естественные (почвенная эмиссия, грозовые разряды, горение биомассы) 63%, антропогенные (ТЭС, автотранспорт, промышленность) 37%.

#### **Чистота воздуха. Запыленность**

Загрязненный воздух нарушает нормальный рабочий режим и может быть опасным для здоровья человека.

Ухудшение чистоты воздуха могут вызвать аэрозоли и растворы.

Аэрозоли – твердые или жидкие частицы размером 0,01...100 мкм, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии.

Пыль приводит к профессиональному заболеванию – силикозу. Ученые исследовали действие пыли на человека. Установили, что наибольшую опасность представляет пыль с частичками диаметром менее 5 мк. Она проникает в легкие.

Нос улавливает 10-100 мкм. Методы борьбы: масляные цилтры, смачивание пыли.

В легкие проникают 3-10 мкм. Осаждаются в легких (силикоз) 0,3-3 мкм. Методы борьбы: фильтры из ткани, бумаги.

Частично выдыхаются, частично осаждаются 0,01-0,3 мкм. Борьба – электростатические фильтры.

Пыль вредна как для человека, так и для машины. У машин при пыли быстрее изнашиваются трущиеся части, разлагаются приборы.

Поверхность светильника за 1 месяц на производстве загрязняется так, что световая отдача падает на 25%. Прозрачность стекол за 6 месяцев снижается в кузнечном цехе на 35–50%, в литейном – на 30–60%.

Для уменьшения загрязнения необходимо:

- изменить техпроцесс; заменить сырье; совершенствование технологии обработки пылящих материалов;
- замена опасных химических реакций;
- исключить распыление частиц;



- изолировать загрязняющие частицы, герметизация оборудования;
- автоматизировать и механизировать техпроцессы, требующие работы в загрязненной обстановке;
- отсасывать загрязненный воздух от рабочего места.
- вентиляция. Обдувка сжатым воздухом запрещена. Пылеотсос, влажная уборка, респираторы.

### **Запахи и обоняние**

Ольфактроника – наука о запахе.

Запах - это особенность среды, воспринимаемая обонянием. Источником запаха могут быть твердые, жидкие и газообразные вещества органической и неорганической природы.

На восприятие запахов влияет ряд субъективных факторов психологического характера и предпочтения.

Запахи могут вызвать сердцебиение и головную боль. Неприятные запахи могут вызвать у человека головные боли, головокружения, астму, неврозы.

На рабочем месте необходимо устранять неприятные запахи или маскировать их. Прежде чем насытить воздух желательным запахом, надо его очистить (вентиляция, кондиционирование, ионизация). Совместно с искусственной вентиляцией можно использовать аэрозоли с запахом цветов или фруктов. Следует насыщать запахом с регенерацией отрицательных ионов, которые помогают организму усваивать кислород, предупреждая профессиональные заболевания.

Таким образом, запахи устраняются:

- вентиляцией,
- адсорбцией (поглощение газа пористым материалом);
- абсорбцией (поглощение жидкостью);
- маскированием другим запахом;
- нейтрализацией;
- озонацией.

### **Климатические условия**

Климатические (микроклиматические) условия на рабочем месте влияют на производительность труда, настроение человека, его здоровье. Неприятный микроклимат во время работы нарушает нормальный режим, вызывает недомогание, способствует возникновению инфекций, вызывает усталость организма, нарушает умственную и нервную деятельность, уменьшает наблюдательность и снижает быстроту реакций. Неблагоприятные климатические условия снижают производительность труда на 20 %.

Почти 50 % общего числа профессиональных заболеваний связано с воздействием микроклимата.

На рабочем месте преобладают следующие микроклиматические параметры: температура воздуха, влажность, давление, воздушные потоки и чистота воздуха.

### **Температура воздуха**

Человеческий организм регулирует температуру тела в пределах 36-37град.

На тепловое состояние человека влияет: пол, возраст, конституция тела, рост, акклиматизация, этническая группа, физическая работа, пища, отопление, вентиляция, здание, внешние климатические условия, оборудование.

Опасна резкая смена температур (например, сквознякам подвергаются машинисты шахтных электровозов. Рекомендуется закрытая термоизолированная кабина).

**Рекомендуемая температура.** При подвижной работе температура должна быть меньше, чем при работе сидя.

Согласно исследованиям, около 70% людей при работе сидя в качестве оптимальной воспринимают температуру 21град.

Для умственной работы благоприятные температуры 20-25 град.

При длительном воздействии плохо переносится температура выше 33град.

При кратковременном воздействии допустимы температуры в пределах от –10 до +40 град.

**Понижение температуры.** На организм неблагоприятно влияет как избыточное тепло, так и охлаждение. При низкой температуре мерзнут конечности и снижается их ловкость.

**Повышение температуры.** Высокая температура способствует ослаблению внимания и увеличению усталости.

Длительное воздействие высокой температуры в сочетании с высокой влажностью приводит к накоплению теплоты в организме и перегреванию - гипертермии - температура тела повышается до 38-39°. При этом наблюдается головная боль, искажение цветового восприятия, тошнота.

Чем интенсивнее работает человек, тем интенсивнее его тело выделяет тепло. В покое человек выделяет 290 кДж (на поддержание температуры тела); при легкой физической работе 630 кДж/ч, при тяжелой работе 1050 кДж/ч.

Теплая одежда затрудняет движение, усиливает потоотделение, что вызывает жажду, неравномерный тепловой режим участков тела.

### ***Методы борьбы с неблагоприятными температурными режимами***

Для устранения вредного воздействия высоких температур:

- уменьшение тепловое излучение оборудования;
- теплоизоляция поверхностей. Конструктивно теплоизоляция может быть
  - - мастичной (штукатурный раствор с наполнителем),
  - - оберточной (волокнистые материалы - асбестовая ткань, минеральная вата, войлок, слюда - простой способ, но на объектах сложной конфигурации трудно закреплять),
  - - засыпной (где требуется большая толщина слоя - земля, торф);
- поглощающие экраны (асбестовые, стеклянные, охлаждаемые водой, металлические сетки); теплозащитные экраны (металлические водоохлаждаемые);
- отражающие экраны (алюминиевые листы, наклеенные на асбестовую пластину, отражают 90-95% инфракрасных лучей);
- водяная завеса;
  - продувка сухим охлажденным воздухом;
- вентиляция и кондиционирование. Вентиляция - организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего (за счет разности давлений). Ее наиболее совершенный вид - кондиционирование - автоматическая обработка воздуха с целью поддержания заданных метеорологических условий независимо от наружных условий. Автоматически регулируется

температура, влажность, скорость подачи в помещение;

- спец. одежда.

Восприятие температуры зависит от скорости ветра.

### **Влажность воздуха**

Нормальный тепловой режим наблюдается при влажности 40-60 % (35-60 %).

При высокой влажности и одновременно высокой температуре нарушается координация движений, ухудшается память, способность к счетным операциям, увеличивается количество ошибок. Часто понижается внимание.

При 99-100% выключается регулирующий механизм потоотделения и наступает перегрев.

При влажности 70-90 % производительность труда падает на 33 %. При повышенной влажности устанавливают сокращенный трудовой день.

### **Воздушные потоки**

Рекомендуемая скорость воздушного потока при легкой работе стоя и температуре 18-20 С - 0,2-0,3 м/с, для учреждений - 0,1 м/с – 0,25 м/с при температуре 20-23 с зимой и 24 С летом.

Скорость потока более 6 м/с ощущается как неприятный сквозняк.

Чем выше скорость воздушного потока, тем выше должна быть его температура.

В учреждениях средней величины и конструкторских бюро рекомендуется обмен воздуха со скоростью 30 м<sup>3</sup>/ч, в пыльных помещениях - не менее 40 м<sup>3</sup>/ч на одного работающего.

Человеку требуется 2,5 – 6 м<sup>3</sup> воздуха в час.

## **Практическое занятие № 26**

### **Давление воздуха**

Нормальное давление  $10^5 = 0,1 \text{ МПа} = 760 \text{ мм рт. ст.}$  на уровне моря. На нашей высоте 747 мм рт. ст.

Работы при пониженном давлении до 0,05 МПа – под наблюдением врача.

При давлении до 0,2 МПа - работа продолжается максимально 8 часов.

*В условиях повышенного давления не должны работать люди моложе 20 лет и старше 45 лет*

При давлении 0,2 - 0,25 МПа - максимально 6 часов.

0,3- 0,35 – в случае острой необходимости.

Работы при давлении 0,35 МПа - запрещены.

Давление менее 0,043 МПа и более 2 МПа угрожает жизни.

Удовлетворительное состояние человека при дыхании воздухом сохраняется до высоты 4 км, при дыхании чистым кислородом - до 12 км. Поэтому на высоте применяют скафандры, герметизацию кабин летательных аппаратов.

При работе в условиях повышенного давления снижается вентилируемость легких за счет уреждения частоты дыхания.

## **Практическое занятие № 27**

### **Шум и акустические условия**

ГОСТ 12.1.003-76 «ССБТ (Система стандартов безопасности труда). Шум. Общие требования безопасности».

**Шум** - совокупность звуков, неблагоприятно действующих на организм и вызывающих неприятные ощущения. С физической точки зрения шум - быстрые и сложные изменения давления воздуха.

### **Слуховой анализатор**

Состоит из уха, слухового нерва, нервных связей и центров мозга.

Различают объективные и субъективные ощущения звука (шума).

При субъективном восприятии шума различают три величины звука:

- высота (частота),
- спектр (колебания частоты),
- громкость (сила звука).

Уровень шума – в децибелах.

Единица объективной громкости – 1 сон.

1 сон= частота 1000 Гц при 40 дБ. Эту субъективную величину нельзя измерить.

### **Источники шума**

Источником шума в производственных помещениях являются оборудование и приспособления. Шум возникает из-за неудачной конструкции, плохого качества изготовления отдельных элементов, плохого монтажа, больших допусков, невыгодного резонанса рабочих помещений.

На практике встречается длительный широко- и узкополосный производственный шум, импульсный шум, прерывистый шум.

Источники *инфразвука*: естественного происхождения, антропогенного. Уровни звукового давления часто превышают нормативные.

*Высокочастотные шумы* – от потоков воздуха и газов, быстроходных моторов.

### **Особенности слуховой деятельности человека**

Ухо человека различает отдельные участки спектра звуковых колебаний в зависимости от амплитуды и частоты. Звук имеет характеристику “Частота”.

Если частота ниже 16 Гц (инфразвук) или выше 18000 Гц (ультразвук), ухо их не воспринимает.

Источники *инфразвука* – медленно работающие агрегаты, дизельные двигатели. У внутренних органов человека собственные частоты колебаний – 6–9 Гц, т.е. могут прийти в состояние резонансного колебания и разрушения.

*Ультразвук*. Выше 18000-20000 Гц. На производстве сопровождается слышимым звуком.

### **Шум на производстве**

Цеховые помещения делятся на:

- очень шумные (выше 90 дБ),
- шумные (70-90 дБ),
- малошумные (менее 70 дБ).

Предельно-допустимые уровни шумов (дБ), проникающих извне:

Механический цех – 70

Шумный цех, машбюро – 60

Зал ожидания – 50

Учебная или научная лаборатория – 40 дБ

Операционная палата тяжелобольных, читальный зал - 30 дБ

Предельно-допустимые уровни шума на рабочем месте:

Физическая работа без умственного сосредоточения – 85 дБ

Физическая работа, требующая контроля окружающей обстановки – 75

Умственная работа, требующая сосредоточенности – 55

Умственная работа, управление, ответственность, требующая длительной сосредоточенности – 40

На городских магистралях и прилегающих к ним зонах уровни звука достигают 70-80 дБ А, иногда 90 и выше. В районах аэропортов еще выше.

**Воздействие шума на человека**

Реакция на звук – 120-150 мс.

Минимальное время для отчетливого ощущения высоты тона – 50 мсек.

В промышленности шум является вредным явлением, в процессе автоматизации и механизации производства его негативное влияние на человека повышается. В развитых европейских странах уровень шума за последние 20 лет возрос на 50%. Ежегодно уровень шума повышается на 1 дБ.

*Неприятное* воздействие шума оказывает влияние на эмоциональный строй, мотивацию поступков, инициативу.

*Мешающее* воздействие шума вызывает раздражения, повышает рабочую нагрузку, приводит к конфликтам.

*Вредное* воздействие шума вызывает патологические изменения органа слуха, ухудшает состояние нервной системы и организма в целом, повышает предрасположенность к инфарктным состояниям, ухудшает зрение, вызывает головные боли.

Шум отвлекает внимание человека и отрицательно сказывается в тех случаях, когда необходимо следить за потоком информации. Шум нарушает нормальный рабочий режим и отрицательно влияет на организм человека.

Воздействие шума на людей среднего возраста:

|           |    |    |     |     |     |
|-----------|----|----|-----|-----|-----|
| дБ        | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 |
| Время, Гц | 8  | 4  | 2   | 1   | 0,5 |

При возрастании уровня шума над порогом слышимости увеличивается мускульное напряжение что приводит к увеличению расхода энергии.

Шум 140 дБ вызывает судорожное сжатие мышц среднего уха, потерю равновесия.

Неожиданно возникающий интенсивный шум является опасным и снижает производительность труда.

Производительность труда уменьшается на 5-12 %.

В шахте при шуме 70 дБ – производительность труда – 100%,  
95 дБ – 75%.

### Некоторые особенности восприятия звука (шума).

- Непостоянный шум более вреден, чем постоянный., т.к. беспорядочно меняющиеся звуки раздражают больше, чем постоянные). Колебания 40-70 дБ более вредны, чем 80 дБ – const.

- Человек в возрасте 20-40 лет переносит сильный шум хуже человека старше или моложе этого возраста.

С возрастом снижается способность воспринимать звуки высокой частоты. Максимальная чувствительность 1000-3000 Гц.

- Женщины переносят шум лучше мужчин.
- Плохо переносят шум люди, страдающие гипертонией.
- Сильнее сказывается на умственной работе, чем на физической.

6. Сильный шум вызывает трудности в оценке расстояния, времени, распознавания цвета, зрительную реакцию в ночное время.

7. Если используем телефон, то уровень шума в помещении должен быть менее 50-55 дБ. При 75 дБ пользоваться телефоном невозможно.

8. При коротком звуке человек оценивает его как щелчок.

9. Расстояние до движущегося объекта на слух определяется точнее, чем до неподвижного.

10. Звук, громкость которого увеличивается, воспринимается как приближающийся и наоборот.

11. Более темброванный звук (более сложная форма звуковой волны) оценивается как более удаленный, менее темброванный – как более близкий.

12. Кроткие дистанции 1-2 м оцениваются грубо, погрешности – десятки см. Лучше всего – 3 м. При 4 м – опять начинает уменьшаться.

13. Лучше оцениваются звуки в:

- горизонтальной плоскости.
- справа лучше, чем слева,
- переднее хорошо, но с ним смешиваются часто верхнее и заднее,
- точность оценки верхнего и заднего в 2 раза меньше, по сравнению с правым и левым.
- если источник звука прямо перед человеком, то звуковые волны достигают ушей одновременно.
- если отклонен – то в различное время. Этой разницей и определяется направление источника звука.

14. Переход с 40 до 60 дБ – незначительно для уха (переход от шепота на речь средней громкости). Со 100 до 120 дБ – значительно, это переход от шума буровой лебедки к шуму поршневого авиационного мотора (непереносимый звук).

15. Интенсивность разового импульсного шума не должна превышать 150 дБ.

16. Уровень шума мало зависит от числа источников. Пример: в цехе 10 агрегатов, уровень шума каждого – 100 дБ. Суммарный шум – 110 дБ. Уменьшение до 3 агрегатов даст шум 105 дБ.

### Частота.

Высокочастотный утомительнее. Шум с частотой более 5 Гц (высокочастотный) является большим мешающим фактором в работе по сравнению с более низкими частотами. Поэтому при частоте менее 350 Гц устанавливают предел шума 100 дБ, 350–800 Гц – 90 дБ, более 800 Гц. – 85 дБ.

Частота 4100 Гц – самая неприятная и критическая для слуха.

Тон с интенсивностью 120 дБ частотой 10 Гц оценивается как равный по громкости тону интенсивностью 100 дБ, частотой 1000 Гц.

### ***Звуковые сигналы.***

Звуковые сигналы служат для предупреждения оператора об опасности, для напоминания, предпринять действия, для привлечения внимания.

Акустическая индикация используется, если информация простая, короткая, если в воздухе дым, туман, если зрительная система перегружена, если требуется работа в полной темноте или при очень ярком освещении.

Источники звуковых сигналов: гудки, сирены, свистки, колокола, зуммеры.

Звук используется часто как аварийный сигнал – уровень аварийного сигнала д.б. выше уровня шума на 15–20 дБ.

## **Практическое занятие № 28**

### **Вибрации. Механические колебания и сотрясения**

ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности».

ГОСТ 24346–80. Вибрация: термины и определения.

ГОСТ 24347–80. Вибрация: обозначения и единицы величин.

ГОСТ 25980–83. Вибрация. Средства защиты. Номенклатура параметров.

Р 50–6009–46–89 (заменили ГОСТ 25571–82. Вибрация. Основные положения методов расчета виброизоляции рабочего места операторов самоходных машин).

ГОСТ 26143–84. Вибрация. Подвижной состав городского электрического транспорта. Нормы вибраций.

СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

Р 2.2.755–99. Гигиенические критерии оценки труда по показателям вредности и опасности факторов.

В условиях современного производства, на транспорте (от 1Гц до 500 Гц) человек нередко подвергается действию вибраций.

**Вибрации** – механические колебания с частотами от долей герца до 8 000 Гц и амплитудами от 0,001 мм до миллиметров. Обычно применяют логарифмические единицы измерения – децибелы и октавы.

Октава – интервал между двумя частотами  $f_1$  и  $f_2$ . Частота верхней границы октавы вдвое больше частоты ее нижней границы.  $\ln(f_2/f_1) = 1$  (логарифм при основании 2).

Октавные полосы: ...8–16–31,5–63–1215–250 ... Гц.

Предельно–допустимый уровень вибраций – уровень, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе (не более 40 часов в неделю) в течение всего рабочего стажа не должен вызвать заболевания. Соблюдение ПДУ не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных людей.

Допустимая вибрация нормирована. Например, в жилых помещениях, больницах:

| Частота | виброускорения                      |       | виброскорости           |       |
|---------|-------------------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 2 Гц    | 4 м/с <sup>2</sup> 10 <sup>3</sup>  | 72 дБ | 3,2 м/с 10 <sup>4</sup> | 76 дБ |
| 63 Гц   | 45 м/с <sup>2</sup> 10 <sup>3</sup> | 93 дБ | 1,1 м/с 10 <sup>4</sup> | 67 дБ |

На транспорте:

|      |  |        |
|------|--|--------|
| 2 Гц | 0,45 по Z(м/с <sup>2</sup> )<br>0,22 по X, Y (м/с <sup>2</sup> ) | 113 дБ |
|------|--|--------|

Амплитуда = несколько микрон.

Вибрации, как правило, возникают под действием центробежных сил, вызываемых:

- дисбалансом вращающихся узлов (колес в сборе с шинами...);
- большой разницей масс движущихся деталей (поршней и шатунов мотора).

Дисбаланс образуется из-за неравномерного распределения материала детали, когда центр массы не совпадает с осью вращения (износ или на ободе колеса для накачивания шины есть вентиль, масса которого нарушает равновесие).

#### ***Разновидности вибраций:***

• детерминированные: вибрации, параметры которых изменяются со временем по строго определенному закону, исключающему случайность. Наиболее распространенное – гармоническое (синусоидальное) колебание. Распространены на производстве;

• случайное: параметры колебаний изменяются случайным образом, могут быть предсказаны лишь с определенной степенью вероятности. Встречаются на транспорте.

В идеализированном случае существуют четыре вида вибраций:

- Тело человека колеблется как единое целое (как идеальное твердое тело).
- Происходят колебательные изменения углов в суставах (изменения позы) – части костного скелета меняют свое взаимное положение.
- Происходят перемещения внутренних органов относительно скелета и друг друга.
- Колеблются мягкие ткани и кожа по отношению к костному скелету.

В действительности эти колебания происходят одновременно. Но в целях изучения вибраций выделяют:

- общую вибрацию всего тела (она передается через опорную поверхность – пол, сиденье);
- локальную (например, при работе с ручным инструментом).

Вибрации могут происходить относительно 6 степеней свободы. (три поступательных и три угловых независимых перемещений). Влияние угловых вибраций практически не изучено. Известно, однако, что угловые колебания тела переносятся хуже поступательных.

Примем следующие координаты: ось X – от спины к груди; ось Y – от правого плеча к левому; ось Z – от ног к голове. При описании локальной вибрации одна из осей совпадает с направлением силы нажатия на ручную машину.

При вибрации происходит взаимное распределение колебательной энергии между телом человека и машиной. Колебания распространяются по телу человека, вовлекая в вибрацию отдельные органы и части тела, каждый из которых обладает собственными инерционными, упругими и демпфирующими свойствами.

Особенно вредны вибрации при большой частоте и малой амплитуде колебаний.

Существовали различные точки зрения на проблему возникновения патологических состояний при воздействии вибраций. Одна из них: принцип энергетического частотно-избирательного действия вибраций. Он состоит в том, что при вибрации на определенной частоте возбуждаются определенные биологические структуры (в частности,



виброрецепторы), увеличенная или измененная активность которых является источником последующих патологических процессов.

Вибрация оказывает на организм человека разноплановые воздействия. В отдельных случаях дозированная вибрация оказывает положительное воздействие на организм (вибромассаж).

Но, как правило, вибрации оказывают отрицательное воздействие на нервную систему, локальное вредное воздействие на суставы и сосуды пальцев (ангиоспастический синдром). Механическая вибрация может вызвать целый комплекс отрицательных явлений: от ощущения дискомфорта и укачивания (морская болезнь или болезнь движения) до вибрационной болезни.

При вибрациях меняется длительность физиологических функций, при интенсивных и длительных вибрациях могут возникнуть преходящие или постоянные патологические изменения, проявляется влияние на психические функции.

Охлаждение рук является неблагоприятным фактором, усугубляющим действие вибраций, поэтому температура в цехах, где выполняется работа с вибрационным механизмом, поддерживается в пределах 14-16 град.

Вред, причиняемый вибрацией, зависит от амплитуды, частоты, энергии, скорости и силы колебаний). Например, вибрация ручного механического инструмента - 5-700 Гц. Для каждой части тела характерен свой особый критический уровень резонанса колебаний (основные резонансы лежат в пределах 0,8 Гц - 30 Гц). Например:

- для внутренних органов человека - 5 (брюшная полость – 4-8) Гц,
- позвоночника, ребер - 11 Гц,
- плечевой пояс 4-5 Гц;
- предплечье 16-30 Гц;
- сжатая кисть 50-200 Гц;
- ноги – от 2 Гц при согнутых коленных суставах до 20 Гц при выпрямленных напряженных ногах;
- глаза - 75 Гц (глазное яблоко 30-80 Гц),
- голова 25 Гц;
- челюсть - 100 Гц.

Границы допустимых вибраций (в Гц) не должны превышать:

- 2-6 - на сидящего человека;
- 4-12 - на стоящего человека;
- 20-50 - на голову;
- 30-40 - на руки;
- 60-90 - на глаза.

Играют роль и длительность вибраций, поза человека, место и направление вибраций по отношению к телу, состояние человека (степень мышечной активности, утомление, эмоциональная напряженность), индивидуальные особенности.

При частоте выше 80-10 Гц ощущения очень зависимы от локальных условий в точке приложения вибраций, т.е. от направления вибрации, условий демпфирования в месте передачи вибраций (одежда, обувь). При столь высоких частотах важную роль играет вибрация кожи и поверхностных тканей.

Наиболее часто встречающимися и изученными являются частоты 1-80 Гц, при которых рассматривается линейная модель тела человека с сосредоточенными параметрами. При частоте до 8 Гц преобладают инерционные силы, при увеличении частот начинают преобладать в положении сидя диссипативные силы, в положении стоя – упругие и

диссипативные. Т.е. на низких частотах механическое сопротивление тела человека зависит главным образом от его массы, на высоких – от упруговязких свойств. Преобладание в данном диапазоне частот сил трения говорит о том, что значительная часть механической энергии колебаний рассеивается – переходит в тепло.

Степень ослабления колебаний зависит от:

- частоты колебаний (чем выше частота, тем быстрее затухают), при низких частотах (до 10 Гц) затухания не происходит;
- степени мышечного напряжения. Увеличение мышечного напряжения равносильно повышению жесткости мышц, затухание колебаний становится менее выраженным.
- и др.

**Вибрации при положении человека стоя.** При положении стоя с выпрямленными ногами и туловищем наблюдается несколько пиков резонансов (для головы, плеча, пояса и т.д.). При согнутых ногах и наклоненном туловище – один максимум на частоте 2,4 Гц (для головы, плеч и поясничной области), второй – гораздо ниже на частоте 7,5...8,5 Гц (для стопы и колена). Вибрации опорных поверхностей демпфируются стопами и хрящевыми поверхностями суставов нижних конечностей. Стопы несут и рессорную функцию, смягчая удар и вибрацию. Демпфирующие свойства стопы проявляются заметнее при частоте 12-15 Гц. Стопа человека, имеющего плоскостопие, обладает гораздо худшими демпфирующими свойствами.

**Вибрации при положении сидя.** При положении сидя наблюдается значительное демпфирование, что приводит к тому, что значительная часть энергии человека поглощается телом человека. Это и является причиной широкого распространения ряда заболеваний (в том числе позвоночника) у представителей профессий, которые подвергаются вибрационному возбуждению в положении сидя.

**Локальная вибрация** (от ручного инструмента, диапазон 2...1000 Гц). Различают вибрационные ручные машины двух классов:

- ударные (отбойный молоток);
- вращательные (шлифовальные диски, фрезы);
- смешанного действия (перфоратор - бурильный молоток) – одновременно вращательное и ударное действие.

Машины ударного типа более опасны, чем вращательного.

Низкочастотная локальная вибрация может передаваться через руки на туловище, особенно если руки напряжены, и вызвать головную боль, тошноту.

Высокочастотная локальная вибрация ограничивается верхними конечностями, но может вызвать вибрационную болезнь.

Риск заболевания вибрационной болезнью обусловлен также:

- большими статическими и динамическими нагрузками, которые могут быть вызваны большим весом инструмента, что приводит к напряжению мышц, что увеличивает проводимость вибровозбуждения. Начинает страдать локтевой и лучезапястный суставы. Рекомендуется снижать вес виброинструмента, использовать при работе с ним специальные подставки.
- силой обхвата рукоятки инструмента.

Играют роль углы сгибания в локтевом и лучезапястном суставах.

Основное сопротивление создается массой кисти (до 80 Гц), предплечья (до 30 Гц). После 80 Гц – главным образом сопротивление мягких тканей ладони и кисти. При 20 Гц – резонанс кисти.

Существуют стандарты ИСО и ГОСТ, нормирующие вибронагрузки на транспорте и производстве.

Вибрации наносят вред и машинам: приводит к трещинам металла, расшатыванию клепочных и винтовых соединений, нарушению точности работы прибора.

### **Методы борьбы с вибрациями**

Устранение вибраций в готовом оборудовании или готовых изделиях нерентабельно. Поэтому мероприятия по борьбе с вибрациями надо начинать на стадии проектирования и конструирования оборудования.

Для изоляции вибрации используются стальные пружины, резина, пробка.

Необходимо исключить постоянное статическое напряжение верхних конечностей, удерживающих тяжелые вибрирующие инструменты.

Применяют виброгасящие рукоятки.

Возвратно–поступательное движение заменяют на вращательное.

Виброопоры – опоры эластичные с вязкозным наполнителем.

Оборудование устанавливают в подвальных этажах на отдельных фундаментах, не связанных с каркасом здания.

Виброизоляторы – упругие элементы, обладающие малой жесткостью.

Для агрегатов со скоростью менее 1800 об/мин рекомендуются пружинные виброизоляторы. Более 1800 об/мин – допускаются резиновые. Срок службы резиновых – 3 года.

## **Практическое занятие №29**

### **Освещение рабочего места**

#### **Расчет освещения в рабочем помещении**

СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».  
ГОСТ 12.1.046–85 «Нормы освещения строительных площадок».

Свет - это излучение, представляющее электромагнитные волны, которые испускаются источником света и вызывают зрительные ощущения. Человеческий глаз реагирует на 390-760 нм.

### **Роль освещения**

Освещение не только необходимо для работы, оно влияет на психическое состояние, физическое здоровье.

Следствие недостаточной освещенности - снижение зрительной работоспособности. Снижается скорость реакции, производительность, понижает психические и моторные функции организма, повышается степень брака в работе, увеличивается количество травм.

При достаточном уровне освещенности увеличивается производительность труда, результативность умственной деятельности (успеваемость в школе), улучшается настроение.

Если выработку человека при естественном дневном освещении принять за 100%, то при желтом свете она составит 93%., зеленом – 92%, голубом 78%, красном и оранжевом – 76%.

### **Требования освещенности.**

1 люмен – ед. измерения светового потока.

Освещенность – мера количества света, падающего на поверхность от окружающей среды и локальных источников, измеряется в люксах. 1 лк=1лм/м<sup>2</sup> освещаемой поверхности.

Минимум для работы зрительного анализатора 25...60 лк.

В рабочем помещении, где люди пребывают более половины рабочего времени, рекомендуется гигиенический минимум общего освещения 160 лк.

При кратковременном пребывании – 25 лк.

В пыльной среде – коэф. 1,3-1,5.

За счет улучшения освещения можно достичь увеличения производительности труда (на 5-20%).

Слишком сильная освещенность – теряются контуры элементов деталей.

Уровень освещенности определяется параметрами:

- Точность зрительной работы: наивысшая, очень высокая, средняя и т.д.;
- Наименьший размер объекта различения в мм – от 0,15 до 5 (менее 0,15 мм – I класс, более 0,15 мм – II...VI классы, не требуют точности – VII – VIII классы);
- Разряд зрительной работы от 1 до 9;

При расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м разряд работ по таблице следует устанавливать с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения  $d$  к расстоянию от этого объекта до глаз работающего  $l$ .

• Контраст объекта с фоном – малый (коэф. отражения меньше 0,2)), средний ( $K_{отр.}$  от 0,2 до 0,5), большой ( $K_{отр.}$  больше 0,5); Контраст  $K=(L_1-L_2)/L_1$ , где  $L$  – яркость.

• Фон – темный, средний, светлый.

Освещение должно быть тем больше, чем:

- тоньше работа,
- мельче детали,
- дальше расстояние,
- старше люди, работающие с мелкими деталями,
- чем темнее материал,
- чем меньше светлота или цветовой контраст детали с окружающим пространством,
- чем выше запыленность,
- чем короче экспозиция.

### Дневное освещение

Источником являются солнце, небо, излучение, отраженное от предметов (рассеянный свет – диффузный свет). Интенсивность меняется от сезона, времени суток, погоды.

Интенсивность меняется в зависимости от сезона, времени суток: от 1000 лк (зимнее серое небо) до 30000 лк (летнее с белыми облаками).

Прямое солнечное излучение ясным летним днем – 100000 лк.

В летние месяцы наружная освещенность 10000-70000 лк.

*Преимущества:* малые расходы, оптимальная температура цветных компонент света.

*Недостатки:* переменная интенсивность, изменение цвета в зависимости от сезона, тепловое излучение прямых солнечных лучей.

**3 системы естественного освещения:** верхнее (фонари, купола), боковое (световые проемы в стенах), комбинированное (наиболее рационально).

Нельзя нормировать в люксах, т.к. меняется от времени суток, времени года и пр. За нормируемую величину принимают коэффициент естественного освещения КЕО. КЕО рассчитывается на расстоянии 1 м от наиболее удаленной от световых проемов стены или посередине помещения при двустороннем освещении.

$KEO = (E_{на\ раб.\ месте} / E_{снаружи}) 100\%$ .

**Световой климат** - совокупность условий естественного освещения в той или иной местности (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом неба и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альbedo подстилающей поверхности) за период более десяти лет.

### **Искусственное освещение**

Источники - лампы накаливания, газоразрядные лампы и т.д. Используется в тех случаях, когда величина естественного освещения падает ниже допустимого уровня, а также в помещениях без окон, в складских помещениях, подвалах, лестницах, душевых, раздевалках.

Различают по назначению:

– рабочее - освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий;

- ремонтное;
- охранное;
- аварийное.

### **Источники искусственного освещения**

**Лампы накаливания.** КПД – 2-3% (остальная энергия – в тепло).

При объемных работах – лампы накаливания.

**Лампы накаливания дневного света.** Стекланный баллон лампочки слегка окрашен синим. Достигается приближенный эффект дневного света.

**Галогенные лампы.** То же, что и лампы накаливания, но вольфрамовая нить окружена инертным газом, содержащим галогениды (галогены: фтор, хлор, иод).

Срок службы больше в 7 раз. Света больше при той же мощности.

Галогенная лампа 50 Вт соответствует лампе накаливания 150 Вт за счет отражателя. Дает более ровный свет.

**Газоразрядные лампы.** В светящихся трубках – газ. В концы трубки впаяны электроды. Под действием тока – потока электронов – атомы газа светятся. Электрическая энергия переходит в световую.

На производстве в мартеновских, сварочных, кузнечных, литейных цехах широко используются светильники прямого светораспределения с газоразрядными лампами ДРЛ (прямой свет дает наиболее яркую поверхность, около 90% светового потока, однако дает резкие тени).

**Люминисцентные лампы.** Относятся к газоразрядным. Обычно свечение паров ртути. Дает ультрафиолетовый, т.е. невидимый свет. Преобладают синезеленые цвета, красный неразличим. Поэтому трубки покрывают люминофором, который корректирует этот недостаток, коротковолновое излучение превращает в нужной длины.

КПД 7-8 %. Мало тепловое излучение. Продолжительный срок службы до 12000 ч.

Люминисцентные лампы типа D – если требуется более 500 лк

Б (белые ) - более 200 лк

Розовые, желтые - менее 200 лк.

Люминисцентные лампы используют в качестве источников непрямого света, которые не отбрасывают тени, при различении плоских объектов (чтение, письмо, рисование).

Если необходимо различать цветовые оттенки (текстильная промышленность), графические работы, требуется трубки дневного голубоватого света большой интенсивности.

Различают люминисцентные высокого и низкого давления. Высокого давления используются для наружного освещения, для освещения магистралей, т.к. дают контрастный свет.

**Оптическое полимерное волокно и светодиоды** – современный, яркий, гибкий, безопасный свет. Отсутствие нагрева и открытого тока. Цвет меняется за счет смены светофильтров. Мощность оптоволокна – 6 Вт, светодиодов – 1 Вт. Срок службы – 10 лет.

### **Общее, местное и комбинированное освещение**

Освещение может быть общим, местным и комбинированным, а также рассеянным, направленным, отраженным.

Только *местное* освещение не используют. Только местное: усиливаются контрасты между светом и тенью, утомляет рабочего.

**Комбинированное** используют:

- если требуется более 60 лк
- если общее дает резкие тени.

**Общее** используют:

- требуется менее 60 лк,
- рабочим может быть любое место в цехе.

Только общее освещение: появляются тени, некоторые поверхности оказываются недостаточно освещены, исключается возможность управления освещением в процессе работы.

Общая освещенность считается достаточной, если на 1 кв. м. Площади приходится 15–20 Вт мощности ламп.

Общее освещение обеспечивает:

не более 300 лк (лампы накаливания),  
500 лк (люминисцентные).

При комбинированном освещении: общее – 20%, местное – 80%.

Или: общее люминисцентное – 30%, местное лампой накаливания – 70%.

Наименее освещенное место должно иметь 70% освещенности от наиболее освещенного места.

### **Требования хорошего освещения рабочего места**

Существуют нормы и нормативы к выбору источников света при различной сложности и точности работы, текущий ремонт и чистку источников света и оконных проемов, рекомендуемые величины освещения.

Отношение освещенности рабочей поверхности к полной освещенности пространства не должно превышать 10:1. Отношение 40:1 неприятно, 100:1 болезненно для глаз. Оптимальный контраст двух освещенных поверхностей - 3:1 - 5:1. Иногда рекомендуется отношение между рабочей поверхностью, ближайшим окружением и фоном 10:3:1.

Направление света определяется объемным восприятием объекта. Не должно быть скрещиваемых теней, мешают тени передвигающихся предметов. Самым благоприятным направлением является направление слева сверху и немного сзади.

Рекомендуется, чтобы потолок отражал 80-90% , стены 50-60 % , пол 15-30 %

падающего на них света.

| Цвет               | белый | желтый    | серый                             | зеленый  | синий     | коричн.    | черный |
|--------------------|-------|-----------|-----------------------------------|----------|-----------|------------|--------|
| Коэффиц. отражения | 0,9   | 0,65-0,75 | 0,3 (темн)<br>– 0,75<br>(светлый) | 0,3-0,75 | 0,13-0,75 | 0,1 (темн) | 0,07   |

Площадь окна/рабочая площадь пола=1/5,5. Мин. 1:8. В мансарде допускается 1:10.

Обеспечить простоту ремонта осветительных приборов, удобный доступ, экономичность, безопасность.

#### Расчет количества светильников в помещении.

$$N = \frac{E_{skz}}{\Phi \cdot \eta},$$

$E$  – освещенность, лк;  $S$  – площадь, кв. м;  $k$  – коэффициент запаса; (Примерный порядок величин:  $k=1,3$ ;  $z=1,15$ ).  $z$  – коэффициент минимальной освещенности, зависит от размеров и формы помещения, коэффициента отражения, расстояния между светильниками.  $z = E_{cp}/E_{min}$ ,  $\Phi$  – световой поток;  $\square$  \_ :>MDD8F85=B 8A?>;L7>20=8O. Зависит от индекса помещения  $i$  (определяем по таблицам).

$$i = \frac{S}{h(A + B)}. A \text{ и } B \text{ – стороны помещения, м; } h \text{ – высота помещения, м.}$$

#### Схемы освещения на производстве

Классический способ: равномерное освещение.

Лучшее освещение при высоте 6 м: вдоль – через 6 м, поперек – через 4,7 м.

Для помещений с ферменным следует сократить число продольных рядов светильников. Т.к. конструкция предусматривает мостики для обслуживания светильников, то вдоль них светильники располагать учащенно. Разводка сетей при этом также улучшается.

Теоретически оптимально– Шахматное расположение по вершинам ромбов с острым углом 60 град.

В узких помещениях иногда неизбежно однорядное расположение светильников, но его следует избегать, т.к. при нем создаются глубокие тени и не всегда обеспечивается удачное направление света.

**Светильники с трубчатыми люминисцентными лампами** размещаются рядами, обычно параллельными стене с окнами или параллельными длинной стороне узкого помещения.

Это расположение оспаривается дизайнерами по эстетическим соображениям, т.к. подчеркивается удлиненность помещения.

Но в производственных помещениях следует выбирать такое расположение: направление света в этом случае приближается к направлению естественного света; облегчается возможность включения в сумерки только освещения в глубине помещения; уменьшается протяженность электросети.

При прерывистом расположении трубчатых светильников условия хуже, т.к. образуются веерные тени.

Освещенность и яркость объектов колеблется в широких пределах. Человек способен видеть предметы при их освещенности от 0,2 до 120 тыс. люкс. Большой диапазон

светочувствительности глаза объясняется способностью глаза к адаптации. Адаптация возможна благодаря особенностям строения глаза.

Ослепленность двух видов:

- прямая – вызывается источником света;
- косвенная – вызывается отражением света от металлических и других поверхностей.

Отраженная блескость - характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между объектом и фоном.

Ослепление нарушает зрительное восприятие, повышает утомление, снижает зрение, создает ощущение напряжения, раздражения. Поэтому различают блескость психологическую – ощущение дискомфорта; и физиологическую – снижение зрительных функций.

Причина – большая яркость (лампа накаливания без абажура на темном фоне) или резких контраст. При яркости 20 св человек слепнет. Контраст более 1:100 – ослепление.

Для защиты от косвенной ослепленности, устранения отраженной блескости: выбор материалов, местное и локализованное освещение (осуществить боковое или заднебоковой направление света). При сварке – противослепящее стекло.

**Показатель дискомфорта М** - критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, выражающийся формулой

$$M = \frac{L_c \omega^{0,5}}{\Phi_{\theta} L_{ad}^{0,5}},$$

|     |                 |  |
|-----|-----------------|--|
| где | $L_c$           | - яркость блеского источника, кд/кв.м;                         |
|     | $\omega$        | - угловой размер блеского источника, стер;                     |
|     | $\Phi_{\theta}$ | - индекс позиции блеского источника относительно линии зрения; |
|     | $L_{ad}$        | - яркость адаптации, кд/кв.м                                   |

При проектировании показатель дискомфорта рассчитывается инженерным методом.

**Показатель ослепленности Р** - критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением

$$P = (S - 1)1000,$$

где S - коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

### Постоянство освещения

Исключить изменение интенсивности освещения за счет колебаний напряжения сети, движения светильника, быстрые смены света и тени, исключить появление стробоскопического эффекта на колеблющихся предметах (при совпадении частоты движения зубьев пилы и колебаний света трубки появляется ощущение остановки пилы. Это приводит к травме. Преодолеть: фазовый сдвиг тока в соседних светильниках.



**Цветовой тон** – свойство цвета, позволяющее человеческому глазу воспринимать его хроматично, определяется длиной волны излучения. Диапазон 450(380)–760 нм. (Дети различают цвета с 6–9 месячного возраста).

**Светлота** – субъективная величина, способность цветной поверхности отражать большее или меньшее количество падающих лучей света (то же, что и яркость).

**Яркость** – объективная величина, количество света, отраженного поверхностью. Эффективность светового раздражения. Зависит от поверхности и интенсивности освещения. Характеристикой яркости является относительная светлота или коэффициент отражения=отраженный поток/ падающий поток.

**Чистота светового тона** – изменение яркости цвета под влиянием большего или меньшего количества ахроматического цвета (от черного до белого).

**Насыщенность** – способность сохранять свой цветовой тон при введении в его состав различного количества серого ахроматического цвета, равного ему по светлоте. Измеряется в %. 100% – насыщенность, соответствующая спектральному цвету. 0% – белый цвет. Насыщенные цвета кажутся тяжелыми.

Цвета, расположенные диаметрально противоположно, называются **дополнительными**, т.к. при оптическом смещении они дополняют друг друга и дают белый цвет.

#### **Психологическое воздействие цвета в зависимости от их положения в пространстве**

| <b>Цвета</b>  | <b>Сверху</b>  | <b>Сбоку</b>                                   | <b>Снизу</b>  |
|---|--|--|---|
| Теплые светлые тона (розовые, светло-желтые, розово-желтые) | Возбуждают   | Согревают, кажутся более близкими              | Приподнимают плоскость                                  |
| Утемненные теплые цвета (коричневый, оливково-зеленый)      | Замыкают пространство, производят давящее впечатление    | Сильно приближают плоскость                    | Создают ощущение прочности, устойчивости                |
| Светлые холодные цвета (голубой, бирюзовый, лиловый)        | Раздвигают пространство, делают помещение выше и светлее | Создают ощущение прохлады, расширяют помещение | Создают ощущение скользкой поверхности, стремительности |
| Холодные темные цвета (темно-синий, темный сине-зеленый)    | Создают ощущение мрака и угрозы                          | создают ощущение холода и печали               | Создают ощущение угнетенности                           |

ГОСТ 14202–69 «Трубопроводы промышленный предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки». Окраска или сплошная (если длина мала), или кольцевая, или участками. Вода – зеленый цвет трубопровода. Пар – красный. Воздух – синий. Горючие и негорючие газы – желтый. Кислота – оранжевый. Щелочи – фиолетовый. Горючие и негорючие жидкости – коричневые. Остальные – серые.

Фиолетовый в комбинации с желтым – источники радиоактивного излучения.

### Цвет в производственной среде (интерьере)

На протяжении последних столетий возникали, развивались, подвергались критике, самые разнообразные теории практического использования цвета:

– **Теория “динамического” или “фокусирующего” цвета** (выросла из теории “гуманизации” производства. По мысли создателей этой теории цветное окружение должно облегчать ориентацию рабочего в производственной среде, с др. стороны – держать рабочего в состоянии нервного напряжения, т.е. предполагалось использовать способность ярких цветов (пурпурного, красного, оранжевого) привлекать внимание, “фокусировать” зрение. Опыт использования такой коллористики показал, что производительность растет только в начале работы, затем снижается и к концу резко падает.

– **Теория зеленого цвета** (впоследствии развилась в концепцию оптимальных цветов). Ход рассуждений был таков: организм человека исторически развивался в природных условиях. В природном окружении преобладает зеленый цвет, максимум чувствительности органа зрения падает на желто-зеленый цвет, следовательно, зеленые цвета наиболее выгодны для органа зрения. Однако применение однотонных (монохромных) цветов обедняет палитру интерьера и утомляет рабочего.

– **Французская ассоциация “Колористе Консейл”**. Рассматривают цвет как часть психологического климата производственной среды (кроме отопления, освещения, звукоизоляции, кондиционирования воздуха и т.д.). Характерен отказ от стандартизации в окраске производственного интерьера за исключением цветов безопасности.

– **Теория согласованных цветов** (с природным окружением) – недостаточно развита.

В настоящее время основой для практического применения цветов на производстве служат: атлас цветов, разработанный проф. Е.Б. Рабкиным, альбом “Культура машиностроительных предприятий”, руководящий материал под названием “Окраска производственных и вспомогательных помещений, оборудования, коммуникаций, сооружений и инвентаря”.

По Рабкину, гамму цветов делят на три основные группы:

– **оптимальные цвета**: хроматические цвета слабонасыщенные с высоким коэффициентом отражения, предназначены для окраски поверхностей, создающих основную характеристику помещений и оборудования (потолков, стен, станков, кузовов), могут быть матовыми, глянцевыми, полуглянцевыми и др.;

– **субоптимальные (вспомогательные)**: для окраски отдельных частей основных поверхностей, которые надо выделить, либо акцентировать внимание (сетки ограждения, обшивка пультов управления);

– **предохранительные (цвета техники безопасности)**: сильно насыщенные цвета с низким коэффициентом отражения (элементы транспортных средств, сигналы опасности, трубопроводы, противопожарное оборудование, быстровращающиеся изделия, средства информации). Для увеличения дальности видимости применяют флюоресцирующие светящиеся краски.

Французский цветовед Морис Дерибере в книге “Цвет в деятельности человека” предлагает сочетания:

| Стены   | Станки   |
|---|--|
| светлые,<br>желто-красные<br>бежевые,<br>кремовые<br>охра,<br>бледно-желтые | светло-зеленые<br><br>голубые,<br>светло-зеленые<br>светло-голубые |

ГОСТ 12.4.026 – 76 «Система стандартов безопасности труда: Цвет сигнальные и знаки безопасности».

Таблица 1.

**Назначение и область применения сигнальных цветов**

| Цвет                  | Назначение  | Цвет для усиления значения | Область применения   |
|-----------------------|---|----------------------------|--|
| Основные цвета        |   |                            |  |
| Красный               | Запрещение, непосредственная опасность (возможность аварии), окраска устройств для прерывания процесса или движения | Белый                      | Ограждаемые участки машин, знаки, запрещающие различные действия. Символ “молния”, кнопки и рычаги включения и аварийные “стоп”. Лампы, сигнализирующие о нарушении техпроцесса или условий безопасности, противопожарные устройства |
| Желтый                | Предупреждение, необходимость внимания, осторожности действий   | Черный                     | Наружные элементы оборудования, не полностью ограждающие механизмы, лампы, сигнализирующие о предстоящем переключении линий, станков; элементы внутрицеховых транспортных средств «Внимание»   |
| Зеленый               | Разрешение, сигнализация о безопасности   | Белый                      | Кнопки “пуск”, знаки, разрешающие различные действия, другая информация, направленная на обеспечение безопасности  |
| Вспомогательные цвета |   |                            |  |
| Оранжевый             | Промежуточное значение между красным и желтым   | Черный                     | Повышение контрастности между машиной и фоном. Внутренние поверхности ограждающих устройств «Внимание, опасно»   |
| Синий                 | Производственно-техническая информация  | Белый                      | Производственная информация (технические таблицы, плакаты, инструкции), не связанные с предосторожностями  |
| Черный                | Усиление контраста основных цветов  | –                          | Обозначение направления движения, пояснительные надписи и символы, приборы контроля, оксидированные инструменты  |
| Белый                 | Усиление контраста основных цветов  | –                          | Обозначение границ проходов, рабочих мест, направления движения, пояснительные надписи и знаки   |

Для наилучшего различения цвета сочетаются с геометрическими фигурами: красный – круг; оранжевый – треугольник; зеленый, синий, желтый – четырехугольник.

## **НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОРАБОТКЕ ЦВЕТОВОЙ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ**

При выборе цвета изделия учитывают факторы:

- Оптико-физические.
- Физиологические.
- Психологические.
- Эстетические.
- Гигиенические.

При цветовой проработке промышленных изделий следует учитывать следующее:

- количество цветов должно быть минимальным, два или три цвета обеспечивают необходимый эффект (иначе – рассеивание внимания);
- при восприятии человеком только одного цвета, чувствительность к нему снижается, среда приобретает скучное однообразие, наступает цветовой голод; многоцветность приводит к рассеянию внимания и утомлению;
- поверхности с большой яркостью вызывают явление ослепления, нарушается четкость видения, появляется утомление глаза и общее физическое недомогание;
- чем насыщеннее цвет, тем глаз сильнее утомляется и теряет чувствительность к нему;
- большие площади не следует окрашивать в яркие цвета;
- при длительном нахождении фона в поле зрения человека цвет фона должен относиться к группе оптимальных (средняя часть спектра, средняя и малая насыщенность и относительно большой коэффициент отражения);
- промышленное оборудование рекомендуется окрашивать в светло-серые, светло-зеленые, светло-голубые цвета, так как они обладают высоким коэффициентом отражения (около 60%), создают впечатление прохлады, не вызывают утомления зрительного аппарата человека;
- для окраски стен промышленных помещений применяют светло-зеленый, светло-голубой, светло-желтый цвет, светлую охру. Белый потолок отражает много света, увеличивает освещенность рабочего места. Для окраски полов рекомендуются светлые тона, так как полы сильно отражают свет (замена темного пола на светлый на предприятиях повышает производительность на 5–10%). Полы – теплые тона – охра, оливковые, коричнево-красные;
- внутренние поверхности корпусных деталей целесообразно окрашивать в светлые тона, это облегчает сборку, контроль и регулировку механизма. Внутренние части люков нужно окрашивать в яркие цвета, чтобы они выделялись в открытом положении;
- цвет фона должен быть дополнительным к цвету изделия: светло-коричневый для стали, чугуна, алюминия; светло-голубой для бронз, дерева и других поверхностей теплого цвета, ахроматический для разноцветных деталей;
- необходимо избегать резких цветовых контрастов, так как при переводе взгляда со светлой поверхности на темную и наоборот на адаптацию глаза расходуется время (5–10 с) и энергия, вызывая переутомление и притупление внимания;
- в целях безопасности и надежности работы увеличивают контраст между фоном и кнопками управления пультов;
- мобильные устройства (транспортные средства, краны, погрузчики) должны иметь

сильные контрасты, например, черные и желтые полосы;

- в условиях холодного климата, в не отапливаемых помещениях необходимо применять теплую гамму цветов, при горячем климате, в условиях тяжелой физической нагрузки – холодную;

- при искусственном освещении цвет меняется (голубой – зеленеет, оранжевый – краснеет, фиолетовые – краснеют). Красные, оранжевые, желтые – светлеют. Холодные зеленые, голубые, синие, фиолетовые – темнеют. Светлота темно-зеленых не меняется. Красные становятся более насыщенными, синие – менее насыщенными. Светло-желтые трудно отличаются от белых. Темно-синие трудно отличаются от черных;

- низкая освещенность делает холодные цвета более светлыми, чем теплые;

- лиц с расстройствами цветоразличительной функции немало (около 8% среди мужчин и 0,5 % среди женщин). В связи с этим в особо опасных ситуациях сигналы следует дополнять словами, предупреждающими об опасности.

- цвет меняется с освещенностью (естественное и искусственное освещение, при искусственном освещении голубой зеленеет, оранжевый – краснеет).

- учитывать, что изделие стареет, появляются трещины, имеющие свой цвет. Это заложить в цвет изделия.

- играет роль сочетание цветов.

- охра – ассоциация с деревом. Рекомендуется окрашивать рычаги, рукоятки, маховики.

- синий: для доски объявлений, т.к. синий цвет возбуждает внимание;

- белый: маркировка нейтральных зон: зебра на дороге;

- светлые стены увеличивают освещенность, уменьшают расход электроэнергии.

Цвет в помещении, где конструкторы, счетные работники проводят основное время, должен быть теплым (светло-желтым, светло-оранжевым, розовым), где персонал бывает реже – холодный.

Балки, фермы – желтые, светло-голубые.

Стальные конструкции – светло-серые, кремовые.

Конвейеры, транспортеры – кремовые, зеленые.

Существуют санитарные нормы, «Указания по цветовой окраске...».

Обеспечить достаточный контраст между фоном и деталью по цвету, яркости. Обычно фон делается темнее (используют хроматические, но малонасыщенные цвета, т.е. со значительной примесью серого).

Во многих странах применяют пластмассы оранжевого цвета для маховиков и рукояток станков, создавая повышенный контраст между органами управления и фоном.

Эти факты необходимо учитывать, так как они в значительной степени влияют на замысел автора, психофизическое состояние человека, декоративно-художественное восприятие изделия.

## Практическая работа № 31

### Вредные излучения на рабочих местах

#### Электромагнитные излучения

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Космические лучи | $10^{-7}$ нм |
|                  | ...          |

|   |  |
|---|--|
|   | $10^{-5}$ нм                             |
| Гамма-лучи (ионизирующие)                     | 0,00001 нм                               |
| Альфа-, бета-                                 | ...<br>$10^{-4} \dots 10^{-3}$ нм<br>... |
|   | 0,01 нм                                  |
| Рентгеновские лучи (ионизирующие)             | 0,01 нм<br>...                           |
|   | 10 нм                                    |
| Ультрафиолетовые лучи (ионизирующие)          | 10 нм<br>...                             |
|   | 100 нм                                   |
| Видимое излучение:                            |  |
| - фиолетовые                                  | 380 нм                                   |
| - синие                                       | 470                                      |
| – зеленый                                     | 500                                      |
| – желтый                                      | 560                                      |
| - оранжевые                                   | 590                                      |
| - красные                                     | 760 нм                                   |
| Инфракрасные лучи (неионизирующие)            | 1000 нм<br>...                           |
|   | 0,01 см                                  |
| Ультракороткие радиоволны<br>(неионизирующие) | 0,1 см<br>...                            |
|   | 10 м                                     |
| Радиоволны (неионизирующие)                   | 10 м<br>...                              |
|   | 10 км                                    |
| Переменный ток                                | 10 км<br>...                             |
|   | 100 км                                   |
| Медленные электрические колебания             | 1000 км                                  |

Приведенные диапазоны условны, они не имеют четких границ и частично могут перекрываться. Формальным признаком принадлежности к тому или иному диапазону является источник получения конкретного вида излучения.

Например, в радиоволновом диапазоне различают:

- сверхвысокие частоты 300 МГц – 300 ГГц = микроволны 1–0,001 м;
- ультравысокие частоты 30–300 МГц = ультракороткие волны 10–1 м;
- высокие частоты 100 кГц–30 МГц = длинные, средние и короткие волны (3000 – 10 м);
- ультразвуковые частоты 20 кГц – 100 кГц;
- звуковые частоты 20 Гц – 20 кГц;
- низкие частоты – до 20 Гц.

### Электромагнитное излучение

Электромагнитные излучения – электромагнитные волны (колебания), излучаемые различными объектами и распространяющиеся в пространстве. Имеют двойственную природу: проявляют как волновые, так и корпускулярные свойства.

Человек постоянно подвергается воздействию излучения, которое может быть как полезным, так и вызывающим неблагоприятные изменения в организме. Биологическое действие зависит от длины волны, режима генерации (импульсное, непрерывное), условий воздействия (общее, местное), интенсивности и длительности облучения. Оно определяется количеством поглощенной энергии и ее распределением в организме. Наряду с энергетической концепцией разрабатывается теория информационного взаимодействия с внутренними полями биологических объектов.

Солнце – мощный источник излучений разных диапазонов. 50% излучения солнца приходится на инфракрасное излучение. Солнце является источником энергии для всех процессов на Земле. Используется в медицине для закаливания организма, в гелиотерапии.

Электромагнитные волны в любых дозах вызывают головные боли, слабость, утомление.

Вредное воздействие – сверхвысокочастотное электромагнитное излучение (СВЧ).

Воздействие электромагнитных полей высоких частот вызывает функциональные сдвиги в организме: утомляемость, головные боли, нарушение сна, зрения, раздражительность. Зависит от типа нервной системы: у лиц с сильным типом нервной системы воздействие менее выражено.

В н.в., учитывая возможность малозаметной утечки электромагнитной энергии в приборах, надо тщательно изучать среду обитания, ибо она может проявить неожиданные, труднопредвидимые свойства.

Основные источники электромагнитных полей радиочастот: радиотехнические объекты, телевизионные станции, термические цехи. Источники полей промышленной частоты - высоковольтные линии электропередач, здесь поглощение осуществляется почвой на расстоянии 50-100 м. Опасность представляют магнитные поля в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам.

В быту источниками ЭМ полей являются телевизоры, дисплеи, печи СВЧ и др. Электростатические поля в условиях пониженной влажности (менее 70%) создают паласы, накидки, занавески.

Микроволновые печи в пром. исполнении не представляют опасности, однако неисправность их защитных экранов может повысить утечку электромагнитного излучения. Экраны телевизоров и дисплеев не представляют опасности, если расстояние превышает 30 см.

### **Ионизирующее излучение**

К нему относятся рентгеновское, гамма-излучение и частично коротковолновое ультрафиолетовое. Взаимодействуя с веществом, они вызывают ионизацию атомов и молекул.

Альфа- и бета- лучи поглощаются воздухом.

Альфа- проникают лишь в поверхностные слои кожи. Поглощаются тонкой фольгой из алюминия.

Бета- ( $10^{-3}$ -  $10^{-4}$  нм) - ткани до 10 мм глубиной. Поглощаются фольгой 3 мм.

Гамма- ( $10^{-5}$  –  $10^{-7}$  нм – в космическом излучении) – защитить человека сложно. Нужен алюминиевый блок толщиной 1200 мм (гамма-лучи разрушают атомы, могут выбить электрон и атом превращается в ион).

Рентгеновское и радиоактивное излучение ( $1 - 10^{-2}$  нм) – обычно используется в промышленности (рентгеновская лампа).

Вредны для человека.

Для защиты от рентгеновского излучения порядка  $1 - 0,01$  нм используют меры защиты (затемнение помещения и др.).

При рентгенодиагностике доза 5-25 рад.

От телевизора – слабое рентгеновское (от ламп).

### **Неионизирующее излучение**

Излучение при длине волн:

250-450 нм - ультрафиолетовое (горное солнце), может вызвать повреждения кожи и неприятные зрительные ощущения при продолжительном воздействии.

Следует использовать очки со светофильтрами (искры при электросварке);

свыше 800 нм - может вызвать тепловой ожог, не проникает глубоко под кожу. Сушильные печи на производстве;

3 мм - 3 м - может вызывать повышение температуры тела, повреждение кожи (радарные установки, ультракоротковолновое излучение для сушки), инфракрасное излучение, фотография в инфракрасных лучах;

0, 1 см – 10 м (ультракороткие радиоволны): печи микроволновые;

3 м -3000 м - может способствовать частичному и неопасному нагреву тела (радиоволны);

10 км –  $10^4$  км: технический переменный ток 16-50 Гц, телефон.

### **Действие облучения на человека**

Основным биологическим действием радиоволн и инфракрасных излучений является тепловой эффект, обусловленный превращением поглощаемой энергии во внутреннюю энергию организма.

Радиоволны наряду с тепловым воздействием обладают и специфическим действием на живые организмы. Например, микроволны изменяют проницаемость мембран, влияют на биохимические процессы. Этот эффект зависит от интенсивности и времени воздействия, а также имеет резонансную частотную зависимость.

Видимый свет и ультрафиолетовое излучение оказывает тепловое воздействие, но более существенным для ультрафиолетового излучения является действие на физико-химические и биохимические реакции в организме. В медицине – лазер-приборы, испускающие сфокусированное в виде пучка волн в диапазоне от инфракрасного до ультрафиолетового.

Чувствительным к воздействию излучения является система кроветворения, центральная нервная и нейроэндокринная системы. При действии на глаза излучений тепловых уровней возможно образование катаракты, изменения сетчатки, склероз ретинальных сосудов. Излучения приводят к злокачественным новообразованиям (опухолям кроветворной ткани и лейкозам).

Организм человека приспосабливается к дозам излучения. Человек и животные не переносят доз выше и ниже нормы.

#### Единица излучения:

1 рад – количество энергии излучения, поглощенное в данном месте 1 г массы определенного вещества (тканью организма).

1 бэр – доза любого вида излучения, которая вызывает в организме то же действие, что и 1 Р



ВЫСОКОВОЛЬТНОГО.

Облучение разрушает костную ткань, снижает количество белых кровяных телец, ухудшает зрение, вызывает кожные заболевания, бесплодие, рак, генные изменения.

Предельно допустимая доза облучения:

всего организма, работающего

с источником излучения человека - 5 бэр в год == 0,1 бэр в неделю.

кисти, предплечья – менее 75 бэр в год = 4,5 бэр в неделю.

кожи - менее 30 бэр в год = 1,8 бэр в неделю.

Интенсивность излучения в местах постоянного скопления людей, неработающих с радиоактивным излучением – менее 0,005 бэр за 8 часов.

Дозы, действующие на человека в течение 1 года:

|   | рад   | бэр  |
|---|-------|------|
| Космическое излучение от солнца и Вселенной | 0,1   | 0,45 |
| Ионизирующее излучение Земли                |       | 0,45 |
| С вдыхаемым воздухом                        |       | 0,45 |
| С продуктами питания                        |       | 0,25 |
| При рентгеноскопии                          | 0,02  | 0,5  |
| От экрана телевизора                        | 0,002 | 0,1  |

Уровень электромагнитных полей в диапазоне

– до 300 МГц определяется величиной напряженности электрического и магнитных полей (предельно-допустимые уровни по: электрической составляющей – 5 В/м, магнитной составляющей – 5 а/м).

• в СВЧ диапазоне (300–300 000 МГц) – плотностью электромагнитного потока (предельно–допустимый – 10 мкВт/см<sup>2</sup>).

Указанные уровни допускают непрерывную работу в течение рабочей смены. При повышении интенсивности СВЧ до 100 мкВт/см<sup>2</sup> разрешается работать не более 2 часов.

**Средства защиты от электромагнитных полей**

Предупреждению неблагоприятного влияния излучения способствует метрологический контроль, средства защиты, лечебно–профилактические мероприятия (медосмотры, перевод на другую работу). В случае превышения предельно–допустимого уровня проводят защитные мероприятия, в том числе ограничение времени и места нахождения персонала. Лица, не достигшие 18 лет, женщины в период беременности и кормления к работам с источником излучения не допускаются.

Способы защиты:

Экранирующие щиты и сетки;

Поглощающие экраны; эквиваленты СВЧ–антен (поглотители излученной мощности);

Замкнутые экранированные камеры,

Индивидуальные средства защиты (очки, шлемы, халаты, комбинезоны, фартуки).

## Практическое занятие 32

### Проблемы безопасности при проектировании среды обитания

**Негативные факторы окружающей среды (опасности механической, химической природы, излучения, электрического тока, температур и т. д.). Травматизм.**

**Способы защиты работающего. Средства индивидуальной защиты.**

**Травматизм на рабочих местах**

**Задачи обеспечения безопасности труда:**

- устранение опасных и вредных производственных факторов;
- уменьшение воздействия на работающих опасных и вредных факторов.

### Негативные факторы производственной среды

**Физические:**

- Запыленность воздуха (в зонах переработки сыпучих материалов, сварки, обработки стекла).
- Повышенная или пониженная температура поверхностей.
- Акустические колебания (инфразвук, шум, ультразвук).
- Вибрации (транспортные средства, виброинструмент).
- Острые кромки.
- Движущиеся механизмы, падающие предметы.
- Электрический ток.
- Статическое электричество (оборудование постоянного тока, зоны окраски распылением, синтетические материалы).
- Электромагнитные поля (линии электропередач, дисплеи).
- Инфракрасная радиация (излучение пламени, нагретые поверхности).
- Лазерное излучение.
- Ультрафиолетовая радиация (зоны сварки).
- Ионизирующее излучение (ядерное топливо).

#### ***Опасность воздействия электрического тока:***

Электротравмы занимают пятое место среди причин смерти.

Электрический ток:

- не более 0,001 А не вызывает травм,
- не менее 0,02 А вызывает болевые ощущения,
- не более 0,03 А переносится тяжело,
- не более 0,05 А опасен для жизни,
- 0,1-0,2 - смертельный.

Электрический ток напряжением

- более 500 В следует считать смертельным,
- более 200 В - опасным для жизни.

Переменный ток 40–150 Гц является менее опасным, чем постоянный.

Ток высокой частоты 1 МГц силой 2 А не является смертельно-опасным даже при 40 кВ.

Только вызывает ожоги.

#### ***Опасность воздействия вредного излучения:***

Электромагнитное (инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское), радиоактивное

(альфа, бета, гамма) отрицательно сказываются на здоровье человека.

Инфракрасные лучи коротковолновые (0,76-1,5 мкм) глубоко проникают в ткани, разогревают их, могут вызвать тепловой удар; длинноволновые (более 1,5 мкм) поглощаются в эпидермисе кожи, могут вызвать ожог кожи и глаз, катаракту глаза.

#### **Химические:**

- Загазованность (утечка токсичных газов).
- Запыленность рабочей зоны.
- Попадание ядов на кожу, в желудочно-кишечный тракт.

#### **Биологические:**

СОЖ.

#### **Психофизиологические:**

- Физические перегрузки (статические - работа в неудобной позе, с дисплеями; динамические - перенос тяжестей).
- Нервно-психические (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов – труд операторов, авиадиспетчеров, с дисплеями).
- Монотонность труда.
- Эмоциональные перегрузки.

***Опасность, вызванная психофизиологическими недостатками конструкции.***

Неудобное положение тела.

#### **Опасности, вызванные неисправностью оборудования**

Могут быть любой природы (физической, химической и др. – в зависимости от типа оборудования).

#### **Средства защиты работающих**

**Общие** для всех видов негативных факторов:

- соблюдение нормативных норм (проводятся *испытания* и вырабатываются на их основе *нормативные нормы*);
- надзор;
- защита расстоянием;
- сокращение размеров опасных зон;
- уменьшение отходов систем,
- средства индивидуальной защиты,
- экобиозащитная техника (пылеуловители, экраны, водоочистные устройства).

**8. средства *автоматического контроля и сигнализации*:** по назначению - информационные, предупреждающие, аварийные, по характеру сигнала - звуковые, световые, цветовые, знаковые, комбинированные. Знаки безопасности установлены ГОСТ 12.4.026 - 76.

#### **Сигнализаторы**

Предназначены, чтобы обращать особое внимание, сигнализировать, предостерегать о

чрезвычайных событиях, которые угрожают здоровью, жизни, могут принести материальные потери. Для обеспечения быстрой реакции и правильного принятия решений сигналы должны быть простыми, однозначными, четкими.

К факторам, отрицательно влияющим на наблюдение и восприятие сигналов, относят: изолированность, одиночество в кабине, наличие монотонного звукового фона, интенсивного фона, неприемлемых климатических условий.

Для сигнализации экстраординарного состояния, аварии рекомендуется использовать звуковые (акустические) индикаторы. Если используются звуковые предупреждения или основной уровень шума выше уровня звукового сигнала, целесообразно использовать яркий мигающий световой сигнал.

### **Звуковые сигнализаторы**

Параметры звукового сигнализатора: уровень звукового давления, высота и частота звука, длительность звучания.

Преимущество звукового сигнала - звуковой сигнализатор может располагаться в любом месте помещения. Звуковой сигнал слышен на большом расстоянии от места расположения сигнального устройства.

Звуковые рекомендуется комбинировать с визуальными. Например, звуковой включается при возникновении неполадок, а световой информирует о месте, где они произошли.

Чтобы сигнал был хорошо слышен, его уровень должен быть на 10 дБ выше уровня шума и составлять 40-60 дБ.

Прерывистые сигналы эффективнее, чем гудки. Устанавливают радиорубки.

Чем выше интенсивность звука, тем быстрее срабатывает рефлекс, чем выше частота звука, тем лучше реакции.

Обеспечить возможность регулировки интенсивности звука, неоднократного повторения сигнала.

Частота 2500 Гц – об угрожающей опасности, в случае аварии.

100 Гц – предупредительные сигналы.

Звуковые сигналы служат для предупреждения оператора об опасности, для напоминания, предпринять действия, для привлечения внимания.

Акустическая индикация используется, если информация простая, короткая, если в воздухе дым, туман, если зрительная система перегружена, если требуется работа в полной темноте или при очень ярком освещении.

Источники звуковых сигналов: гудки, сирены, свистки, колокола, зуммеры.

Звук используется часто как аварийный сигнал – уровень аварийного сигнала д.б. выше уровня шума на 15–20 дБ.

### **Световые сигнализаторы**

Световые сигнализаторы (табло, сигнальные лампы) - простые визуальные индикаторы, которые сигнализируют о нерабочем состоянии, поломке, немедленных действий и др., когда оператор со своего рабочего места не может контролировать эти параметры.

Являются лишь средством предупреждения о неполадках, а не заменяют технических мер профилактики травматизма.

Используются цвета:

- красный - опасность, тревога, угроза, необходимость остановки двигателя;
- желтый - предостережение, превышение критических параметров;
- зеленый - безопасное функционирование;

- синий - специфические значения параметров;
- белый – не используется для особого назначения..

Рекомендуются сигнализаторы с частотой мигания 2-4 Гц для красного цвета и 0,5-1 Гц для желтого.

Способность быстро и четко реагировать на сигналы зависят от частоты мигания сигнализатора, продолжительности сигнала, размещения сигнального устройства, окружающих условий.

### **Опасность физической природы:**

#### ***Пыль:***

Изменить техпроцесс, заменить сырье, опасные хим. Реакции, исключить распыление частиц, изолировать загрязняющие частицы, отсасывать загрязненный воздух, автоматизировать техпроцессы, требующие работы в загрязненной обстановке. Герметизация, вентиляция. Запрещение обдува сжатым воздухом. Респираторы. Влажная уборка.

Для уменьшения загрязнения необходимо:

- изменить техпроцесс; заменить сырье; совершенствование технологии обработки пылящих материалов;
- замена опасных химических реакций;
- исключить распыление частиц;
- изолировать загрязняющие частицы, герметизация оборудования;
- автоматизировать и механизировать техпроцессы, требующие работы в загрязненной обстановке;
- отсасывать загрязненный воздух от рабочего места.
- вентиляция. Обдувка сжатым воздухом запрещена. Пылеотсос, влажная уборка, респираторы.

***Взрывозащита*** систем повышенного давления: применение затворов, огнепреградителей, инертных газов или паровых завес; устройства аварийного сброса давления (предохранительные мембраны - разрывные, ломающиеся, срезные; клапаны), приборы для измерения давления, температуры.

Чтобы внешний вид трубопровода указывал на свойства транспортируемого вещества, введена опознавательная окраска (ГОСТ 14202-69).

Баллоны изготавливают из углеродистой или легированной стали. Окраска баллонов: азот - черная, аммиак - желтая, кислород - голубая, воздух - черная; на баллонах цветная надпись и цветная полоса (Правила ПБ10-115-96).

***Защита от высоких температур.*** Слой алюминиевой фольги, чехлов, заслонов. Поглощающие экраны (асбестовые, стеклянные, охлаждаемые водой), отражающие экраны, спецодежда, водяная завеса, асбестовые пластины отражают 95% инфракрасных лучей.

Для устранения вредного воздействия высоких температур:

- уменьшить тепловое излучение оборудования;
- теплоизоляция поверхностей. Конструктивно теплоизоляция может быть
  - - мастичной (штукатурный раствор с наполнителем),
  - - оберточной,
  - - засыпной (где требуется большая толщина слоя - земля, торф);
- слой алюминиевой фольги, чехлов, заслонов;

- поглощающие экраны (асбестовые, стеклянные, охлаждаемые водой, металлические сетки); теплозащитные экраны (металлические водоохлаждаемые);

- отражающие экраны (алюминиевые листы, наклеенные на асбестовую пластину, отражают 90-95% инфракрасных лучей);

- водяная завеса;

- продувка сухим охлажденным воздухом;

- вентиляция и кондиционирование. Вентиляция - организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего (за счет разности давлений). Ее наиболее совершенный вид - кондиционирование - автоматическая обработка воздуха с целью поддержания заданных метеорологических условий независимо от наружных условий. Автоматически регулируется температура, влажность, скорость подачи в помещение;

- спец. одежда.

**Электробезопасность:** Защитное заземление, зануление (с нулевым проводом, выбиваются предохранители), металлических частей электроустановок, знаки безопасности, средства защиты - резиновые перчатки, диэлектрические галоши, коврики.

Защитные устройства должны удовлетворять требованиям:

- быть действенными;

- быть недорогими при сохранении наибольшей эффективности;

- не должны снижать скорость техпроцесса;

- не должны влиять на качество продукции;

- не должны быть причиной аварий.

- должны действовать автоматически, независимо от внимания человека.

### ***Средства защиты от электромагнитных полей.***

Предупреждению неблагоприятного влияния излучения способствует метрологический контроль, средства защиты, лечебно–профилактические мероприятия (медосмотры, перевод на другую работу). В случае превышения предельно–допустимого уровня проводят защитные мероприятия, в том числе ограничение времени и места нахождения персонала. Лица, не достигшие 18 лет, женщины в период беременности и кормления к работам с источником излучения не допускаются.

#### Способы защиты:

Экранирующие щиты и сетки;

Поглощающие экраны; эквиваленты СВЧ–антен (поглотители излученной мощности);

Замкнутые экранированные камеры,

Индивидуальные средства защиты (очки, шлемы, халаты, комбинезоны, фартуки).

Например, при частоте более 30 МГц применяют защитные очки с металлизированными стеклами, защитные лицевые щитки, защитную одежду.

Защита от **механического воздействия**: предохранительные (отключаются при отклонении параметра) тормозные, оградительные устройства, средства автоконтроля и сигнализации, знаки безопасности, дистанционное управление.

- Ограничительные устройства - муфты, штифты, клапаны.

- устранить плохое закрепление заготовок, инструмента; острые кромки;

- использовать кожухи, перегородку для движущихся предметов (механизмов, стружки).

- устранить возможность случайного срабатывания элементов управления.

- вращающиеся детали должны быть закрыты.

### Травматизм

Если механическое воздействие на тело (сила, давление, ускорение) превышают некоторые границы, возникает травма.

Верхний предел безопасной для человека механической нагрузки характеризует механическую толерантность человека. Она различна для всех людей, т.к. существуют индивидуальные особенности человека, механическая прочность тканей может отличаться в 2...2,5 раза.

#### **Толерантность к ускорениям.**

| Условия  | Ускорение g | Длительность, с |
|--|-------------|-----------------|
| Лифты  |             |                 |
| •обычные   | 0,1-0,2     | 1-5             |
| •порог комфорта                                      | 0,3         |                 |
| •экстренное замедление                               | 2,5         |                 |
| Общественный транспорт                               | 0,1-0,2     | 5               |
| - экстренное торможение на скорости 110 км/ч         | 0,4         | 2,5             |
| Автомобили   |             |                 |
| •комфортабельная остановка                           | 0,25        | 5,8             |
| •нежелательно  | 0,45        | 3-5             |
| •авария  | 20-100      | 0,1             |
| Самолеты   |             |                 |
| •обычный взлет                                       | 0,5         | 10              |
| •взлет с катапульты                                  | 2,5-6       | 1,5             |
| •авария с возможностью выживания                     | 20-100      | -               |
| •катапультирование с сиденья                         | 10-15       | 0,25            |
| •раскрытие парашюта на высоте 12 км                  | 33          | 0,2-0,5         |
| •“” на высоте 2 км                                   | 8,5         | 0,5             |
| •приземление с парашютом                             | 3-4         | 0,1-0,2         |
| •падение в спасательную сеть при пожаре              | 20          | 0,1             |
| •падение в глубокий сугроб                           | 200         | 0,015-0,03      |
| •падение с высоты 2 м головой на твердую поверхность | 250         | 0,007           |
| •удар в защитном летном шлеме                        | 18-23       | 0,02            |

Максимально допустимое ускорение 400 g (зависит от времени действия, позы, жесткой или нет фиксации, напряженных или расслабленных мышц). Играет роль и площадь поверхности, к которой приложена внешняя сила. Например, если животных перед сбрасыванием погрузить в воду или гипсовый раствор, то предел выживаемости повысится в несколько раз.

Допустимое ускорение не должно в течение 3 мс превосходить 80 g, американские стандарты по защитным каскам: 200 g в течение 3 мс, 150g в течение 5 мс.

#### **Средства индивидуальной защиты.**

ГОСТ 12.4.002-74. Средства индивидуальной защиты рук от вибраций.

ГОСТ 5718-77. Пояса предохранительные.  
ГОСТ 14185-77. Пояс предохранительный для воздушных линий электропередач.  
ГОСТ 12.4.089-80. Строительство. Пояса предохранительные.  
ГОСТ 18837 – 82. Ремни безопасности для водителей и пассажиров автотранспортных средств.  
ГОСТ 12.4.128-83. Каски защитные.  
ГОСТ 12.4.091-80. Каски шахтерские.  
ИСО 3873-77. Каски защитные промышленные.  
ГОСТ 26584085. Безопасность дорожного движения. Шлемы для мотоциклистов.

**Защита от падений с высоты:** ограждения, подвижные леса, предохранительные сетки, пояса, страховочные жилеты.

#### **Защита от транспортных травм.**

Предупредить травмы: безосколочные многослойные стекла, мягкая обивка деталей интерьера, утапливающиеся или изгибающиеся при ударе рулевые колонки, достаточно большое расстояние от коленей водителя до передней панели. Травмы обычно возникают за счет ударов человека о внутренние элементы интерьера. Реже – из-за вторжения узлов и деталей внутрь салона при деформациях кузова.

Ремни безопасности (обычно – диагонально-поясные 3 точки крепления, хотя разработаны поясные, диагональные, двуплечевые – 4 точки крепления, наиболее безопасен, но его трудно одевать) предложены в 1903 г. Зазор д.б. 20-30 мм. При зазоре более 200 мм ремни не обеспечивают защиту от травм. Усовершенствованные ремни – надувные.

#### **Опасность химической природы:**

Промышленные вредные примеси не должны угрожать здоровью человека.

Следить за выполнением всех гигиенических предписаний и инструкций при работе с ядами, едкими веществами.



## **Библиографический список рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Васин С. А. Эргономические основы проектирования : учебное пособие / С. А. Васин, А. А. Кошелева ; ТулГУ, Ин-т горного дела и строительства. - Тула : Изд-во ТулГУ, 2019. -204 с. : ил.

<https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2019071014334578028100002414> ISBN 978-5-7679-4128-5

2. Васин, Сергей Александрович. Эргономика : учебно-методическое пособие / С. А. Васин, А. А. Кошелева ; ТулГУ, Ин-т гуманитарных и социальных наук .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2016 .— 100 с.

10 экз.

### **Дополнительная литература**

1. ГОСТ ИСО 8995-2002. Освещение рабочих систем внутри помещений. Принципы зрительной эргономики. - М. : Изд-во стандартов, 2003. -V, 25 с.

2. ГОСТ Р ЕН 614-1-2003. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы. Безопасность оборудования. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - IV, 11 с.

3. ГОСТ Р ИСО 15534-3-2007. Эргономическое проектирование машин для обеспечения безопасности. Часть 3. Антропометрические данные. - М.: Стандартинформ, 2008. - IV, 3 с.

4. ГОСТ Р ИСО 7250-2007. Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании. - М. : Стандартинформ, 2008. - IV, 27 с.

5. ГОСТ Р ИСО 7731-2007. Сигналы опасности для административных и рабочих помещений. Звуковые сигналы опасности. Эргономика. - М.: Стандартинформ, 2008. -IV, 12 с.

6. Мунипов В.М. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды : Учебник для вузов / В.М.Мунипов,В.П.Зинченко .— М. : Логос, 2001 .— 356с. : ил. — ISBN 5-94010-043-0

7. Рунге В.Ф. Эргономика в дизайне среды: учеб. пособие / В.Ф.Рунге, Ю.П. Манусевич .— М. : Архитектура-С, 2005.— 328 с. : ил. — ISBN 5-9647-0026-8

8. Рунге В.Ф. Основы теории и методологии дизайна: учеб.пособие / В.Ф. Рунге, В.В. Сеньковский. – М.: МЗ-Пресс, 2003. – 252 с. — ISBN 5-94073-011-6

9. Свечников В.С. Эргономические основы управленческого труда и психологической безопасности личности: учеб. пособие / В.С. Свечников, С.О. Любимов. – Саратов, 2000. – 96 с.

10. Эргономика взаимодействия человек-система .— М. : Стандартинформ, . Ч. 210 : ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем .— Введен 2013-12-01 (2013) .— IV, 31 с. : ил. — Библиогр.: с. 30.

11. Проектирование и моделирование промышленных изделий: учеб. для вузов / С.А. Васин [и др.]. - М.: Машиностроение-1, 2004. - 692 с., ил. — ISBN 5-94275-127-7 92 экз.

12. Рунге В.Ф. Эргономика и оборудование интерьера : учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. / В.Ф. Рунге. - М.: Архитектура-С, 2005. - 160 с. — ISBN 5-9647-0011 10 экз.

13. Васин С.А. Эргономические основы проектирования: учеб.-мет. пособие./ С.А. Васин, А.А. Кошелева. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 96 с. — ISBN 978-5-7679-1853-9. 5 экз.

+32 экз. в издательстве

ТулГУ

**14. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов : учеб. для вузов / И.С.Степанов [и др.]; под общ. ред. В.М.Шарипова. — М.: Академия, 2005. - 256 с. - ISBN 5-7695-1896-0**

#### **Периодические издания**

1. DOMUS : Contemporary architecture interiors design art .— Milano : A.N.E.S., 2000 - .— На итал. и англ.яз. — Основан в 1928г.

2. SALON -interior : Частный интерьер России .— 1997 № 5-6 .— 1998 № 1-7 .— 1999 № 1-9 .— 2000 № 1-11 .— 2001 № 1-11 .— 2002 № 7-11 .— 2003 № 1-11 .— 2004 № 1-11 .— 2005 № 1-11 .— 2006 № 1-11 .— 2007 № 1-11 .— 2008 № 3-5,7-8 .— М. : САЛОН-ПРЕСС, — 11 раз в год.

3. Ассоциация Международных Автомобильных Перевозчиков. Автомобильный транспорт : ежемесячный иллюстрированный массово-производственный журнал / Ассоциация международных автомобильных перевозчиков .— 1962 № 1-5 ,7-11 .— 1963 № 2-12 .— 1967 № 1-12 .— 1968 № 1-12 .— 1969 № 1-3 ,5-12 .— 1970 № 1-12 .— 1971 № 1-12 .— 1972 № 1-12 .— 1973 № 1-12 .— 1974 № 1-12 .— 1975 № 1-12 .— 1976 № 1-4 ,6-12 .— 1977 № 1-12 .— 1978 № 1-12 .— 1979 № 1-9 ,12 .— 1980 № 1-12 .— 1981 № 1-12 .— 1982 № 1-12/прилож. к №11. — 1983 № 1-12 .— 1984 № 1-12 .— 1985 № 1-12 .— 1986 № 1-12 .— 1987 № 1-12 .— 1988 № 1-12 .— 1989 № 1-12 .— 1990 № 1-12 .— 1991 № 1-12 .— 1992 № 1-12 .— 1993 № 1-12 .— 1994 № 2-12 .— 1995 № 1-12 .— 1996 № 1-12 .— 1997 № 1-12 .— 1998 № 1-12 .— 1999 № 1-12 .— 2000 № 1-12 .— 2001 № 1-12 .— 2002 № 1-12 .— 2003 № 1-12 .— 2004 № 1-12 .— 2005 № 1-12 .— 2006 № 1-12 .— 2007 № 1-12 .— 2008 № 1-8 .— М. : Автомобильный транспорт, .— ISSN 0005-2345

4. Международная ассоциация "Союз дизайнеров". Архитектура.Строительство.Дизайн / МАСА .— 1998 № 1-4 .— 1999 № 1-2 .— 2001 № 1-6 .— 2002 № 1-6 .— 2003 № 1-6 .— 2004 № 1-6 .— 2005 № 1-6 .— 2006 № 1-6 .— 2007 № 1-6 .— 2008 № 1-2 .— М. : ЗАО"Архитектура.Строительство.Дизайн"

5. Безопасность труда в промышленности : Ежемесячный массовый научно-производственный журнал широкого профиля / Госгортехнадзор России .— М. : Недра

6. Дизайн. Материалы. Технологии.— СПб : РосБалт.

7. Интерьер+Дизайн .— 1996 № 1-3 .— 1997 № 1-12 .— 1998 № 1-12 .— 1999 № 1-12 .— 2000 № 1-12 .— 2001 № 1-12 .— 2002 № 1-12 .— 2003 № 1-12 .— 2004 № 1-12 .— 2005 № 1-12 .— 2006 № 1-8,10-12 .— 2007 № 1-12 .— 2008 № 1-9 .— М. : ООО "Издательский дом "ОБА-Пресс", 1996- .— ISSN 1027-8893.

8. Ландшафтная архитектура.Дизайн .— 2006 №3 .— 2007 №1-4 .— 2008 №1-3 .— М., 2002- .— ISSN 1990-9713

9. Экология человека : научно-публицистический журнал / РАМН .— Архангельск, 1998 - .

#### **Интернет-ресурсы**

1. Стадниченко Л.И. Эргономика: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. - 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_rid=40443](http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=40443).
2. Стадниченко Л.И. Эргономика: Практикум. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. - 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=27589](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=27589).
3. Скибин Ю.В. Введение в эргономику: Методические указания к изучению дисциплины для студентов специальности "Информационные системы и технологии" очной и заочной форм обучения. - Самара: СамГАПС, 2004. - 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_rid=29162](http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=29162).
4. Сергеев С.Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. - 258 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_rid=72819](http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=72819).
5. Стандарты эргономики. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857100104&spack=100LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000223%26listid%3D010000000100%26listpos%3D9%26lsz%3D10%26nd%3D857000223%26nh%3D1%26>
6. Ершов М.Н. Эргономика строительных процессов. Доступные решения. Издательство АСВ, 2010. – 248 с. Режим доступа : ЭБС «Библиотех».
7. Эргодизайн промышленных изделий и предметно-пространственной среды: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. «Дизайн», «Эргономика». Под редакцией В.И. Кулайкина, Л.Д. Чайновой. – Издательство «Владос», 2009. – 312 с. Режим доступа : ЭБС «Библиотех».
8. Манухина С.Ю. ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА : хрестоматия : учебно-методический комплекс. - Изд. центр ЕАОИ, 2009. – 224 с. ЭБС «Библиотех». Режим доступа : <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. С экрана
9. ЭБС : [http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all\\_news.htm](http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all_news.htm)
10. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. С экрана
11. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- - Загл. с экрана
12. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана.
13. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru.> - Загл. с экрана.

## *САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ В ОБЛАСТИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ*

1. МосСанПиН 2.1.2.043-98. Санитарные правила и нормы «ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, ОБОРУДОВАНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ ГОСТИНИЦ МОСКВЫ».
2. СанПиН 2.1.2.1002-00. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ПРЕДПРИЯТИЙ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ, ОТДЫХА, СПОРТА. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.
3. СанПиН 2.1.2.1188-03. ПЛАВАТЕЛЬНЫЕ БАССЕЙНЫ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И КАЧЕСТВУ ВОДЫ. КОНТРОЛЬ

КАЧЕСТВА. 2.1.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ПРЕДПРИЯТИЙ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ, ОТДЫХА, СПОРТА.

4. СанПиН 2.1.2.1199-03. ПАРИКМАХЕРСКИЕ. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, ОБОРУДОВАНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ. 2.1.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ, ПРЕДПРИЯТИЙ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ, ОТДЫХА, СПОРТА.

4. СанПиН 2.1.2.1331-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И КАЧЕСТВУ ВОДЫ АКВАПАРКОВ. 2.1.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ПРЕДПРИЯТИЙ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ, ОТДЫХА, СПОРТА.

5. СанПиН 2.1.2/3041-96. Санитарные правила и нормы «УСТРОЙСТВО, ОБОРУДОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ЦЕНТРОВ ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ИММИГРАНТОВ - ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН, ЛИЦ БЕЗ ГРАЖДАНСТВА И БЕЖЕНЦЕВ».

6. СанПиН 2.1.3.1375-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ, УСТРОЙСТВУ, ОБОРУДОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БОЛЬНИЦ, РОДИЛЬНЫХ ДОМОВ И ДРУГИХ ЛЕЧЕБНЫХ СТАЦИОНАРОВ. 2.1.3. Медицинские учреждения. – 55 *стр.*

7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ «ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНСОЛЯЦИИ И СОЛНЦЕЗАЩИТЕ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ».

8. СанПиН 2.2.1\_2.1.1.1278-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕСТЕСТВЕННОМУ, ИСКУССТВЕННОМУ И СОВМЕЩЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. 2.2.1/2.1.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПЛАНИРОВКА И ЗАСТРОЙКА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ. - 102 *стр.*

9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ «ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ».

10. СанПиН 2.2.4.723-98. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ «ПЕРЕМЕННЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ (50 ГЦ) В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ».

11. СанПиН 2.2.4.1294-03. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ «ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АЭРОИОННОМУ СОСТАВУ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ».

12. СанПиН 2.2.4.1329-03. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ «ТРЕБОВАНИЯ ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ».

13. СанПиН 2.4.1.1249-03. ДЕТСКИЕ ДОШКОЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, СОДЕРЖАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ. 2.4.1. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. - 76 *стр.*

14. СанПиН 2.4.2.1178-02. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ. 2.4.2. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. УЧРЕЖДЕНИЯ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. - 28 *стр.*

15. СанПиН 2.4.2.576-96. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СОВРЕМЕННЫХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ. - 31 *стр.*

16. СанПиН 2.4.3.1186-03. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ НАЧАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. 2.4.3. УЧРЕЖДЕНИЯ НАЧАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. - 30 *стр.*

17. СанПиН 2.4.4.1204-03. ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, СОДЕРЖАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ ЗАГОРОДНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОТДЫХА И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕТЕЙ. 2.4.4. Гигиена детей и подростков. - 48 *стр.*

18. СанПиН 2.4.1201-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, СОДЕРЖАНИЮ, ОБОРУДОВАНИЮ И РЕЖИМУ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ, НУЖДАЮЩИХСЯ В СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ. 2.4. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ.

19. СанПиН 2.5.1.051-96. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ «УСЛОВИЯ ТРУДА И ОТДЫХА ДЛЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ».

20. СанПиН 2.5.083-96. Санитарные правила и нормы «ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЛУЖЕБНО-БЫТОВЫМ ВАГОНАМ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ».

21. СанПиН 4719-88. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕЖИТИЙ ДЛЯ РАБОЧИХ, СТУДЕНТОВ, УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКИХ УЧИЛИЩ. - 20 *стр.*

22. СанПиН 5179-90. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БОЛЬНИЦ, РОДИЛЬНЫХ ДОМОВ И ДРУГИХ ЛЕЧЕБНЫХ СТАЦИОНАРОВ. - 23 *стр.*

23. СН 245-71. Нормы размеров помещений.

24. СН 2.5.2.047-96. САНИТАРНЫЕ НОРМЫ «УРОВНИ ШУМА НА МОРСКИХ СУДАХ». Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 21.02.1996 N 3.

25. СН 2.5.2.048-96. САНИТАРНЫЕ НОРМЫ «УРОВНИ ВИБРАЦИИ НА МОРСКИХ СУДАХ». Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 21.02.1996 N 4.

26. СП 2.4.4.969-00. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, СОДЕРЖАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ РЕЖИМА В ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ С ДНЕВНЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД КАНИКУЛ. САНИТАРНО - ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА. - 26 *стр.*

27. СП 2.4.990-00. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, СОДЕРЖАНИЮ, ОРГАНИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ В ДЕТСКИХ ДОМАХ И ШКОЛАХ - ИНТЕРНАТАХ ДЛЯ ДЕТЕЙ СИРОТ И ДЕТЕЙ, ОСТАВШИХСЯ БЕЗ ПОПЕЧЕНИЯ РОДИТЕЛЕЙ. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА. - 63 *стр.*

28. СП 2.5.1.1107-02. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ И ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА ДИСПЕТЧЕРОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. 2.5.1. ГИГИЕНА И ЭПИДЕМИОЛОГИЯ НА ТРАНСПОРТЕ. ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ. - 11 *стр.*

29. СП 2.5.1198-03. Санитарные правила об организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. - 49 *стр.*

30. СП 2.5.1250-03. Санитарные правила по организации грузовых перевозок на железнодорожном транспорте. - 47 *стр.*

31. СП 2.5.1277-03. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ ОРГАНИЗОВАННЫХ ДЕТСКИХ КОЛЛЕКТИВОВ. 2.5. ГИГИЕНА И ЭПИДЕМИОЛОГИЯ НА ТРАНСПОРТЕ.