

**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» января 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой ГСАиД  
\_\_\_\_\_ К.А. Головин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по проведению практических (семинарских) занятий**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«Основы эргономики в интерьере»**

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

по направлению подготовки  
54.03.01 Дизайн

с направленностью (профилем)  
*Дизайн интерьера*

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-02-22

Тула 2022 г.

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

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

---

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

---



*(подпись)*

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование знаний, умений, навыков и компетенций в постановке и решении дизайнерских задач с учетом взаимосвязей в системе «Человек – машина - среда».

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- знакомство с эргономикой как родом деятельности, логичное и грамотное пользование понятиями и терминами;
- изучение основных понятий эргономики и факторов, определяющих эргономические требования, антропометрических характеристик человека и факторов окружающей среды;
- знакомство с методами эргономических исследований;
- изучение системных закономерностей взаимодействия человека (группы людей) со средой в процессе деятельности;
- приобретение навыков достижения эргономических требований при проектировании интерьеров.

## **2 Содержание практических (семинарских) занятий**

### **Очная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>3 семестр</b>	
1	Понятие «Эргономика». История возникновения и развитие эргономики. Основные понятия эргономики и факторы, определяющие эргономические требования. Дизайн и эргономика. Эргономика в дизайне интерьера.
2	Методы эргономических исследований.
3	Основные групповые эргономические показатели.
4	Использование данных психологии труда при эргономическом обеспечении проектирования. Психология труда. Методы исследования в психологии труда. Виды анализаторов. Внимание. Память. Эмоции.
5	Учет социально–психологических факторов при проектировании среды. Профессиональный отбор. Коллектив.
6	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.
7	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.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
8	Рабочее место. Положение тела во время работы. Требования к рабочему месту. Размеры рабочего места. Виды пространств (зон) на рабочем месте.
9	Метод соматографии при решении рабочего места.
10	Рабочее положение. Работа стоя.
11	Работа стоя, связанная с передвижением. Ступени. Размеры ступеней.
12	Работа сидя. Рабочее сиденье. Особенности рабочего места, оснащенного компьютером.
13	Рабочие движения. Пространственные характеристики движений.
14	Средства визуальной коммуникации в среде. Удобочитаемость. Знаки и условные обозначения. Учет иллюзий зрения.
15	Факторы окружающей среды. Гигиена труда. Состав воздуха. Чистота воздуха. Запыленность.
16	Шум и акустические условия.
17	Освещение. Роль освещения. Искусственное и естественное освещение. Источники света. Освещение рабочего пространства.
18	Цвет и производственная среда. Воздействие и восприятие цвета. Различение предметов. Цвет помещения и т. д.
19	Вредные излучения на рабочих местах. Диапазоны электромагнитных излучений. Ионизирующее излучение. Неионизирующее излучение. Действия облучения на человека. Средства защиты от электромагнитных полей. Электромагнитная безопасность при эксплуатации компьютерной техники. Размещение в помещении рабочих мест с ПЭВМ.
20	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.

## **Практическое занятие 1.** **Понятие «Эргономика».**

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие «Эргономика».
2. История возникновения и развитие эргономики.
3. Основные понятия эргономики и факторы, определяющие эргономические требования.
4. Дизайн и эргономика.
5. Эргономика в дизайне интерьера.

### **Теоретический материал**

**Эргономика** происходит от греческих слов *ergon* — труд и *nomos* - закон.

Труд, производство, его исторический аспект является отражением изменений, происходящих в развитии общества. На разных этапах важнейшими являлись те или иные аспекты труда. В 19 в., когда преобладал ручной труд, использовался энергетический подход, проводились исследования в области физиологии труда. НТП в 20 в. послужил импульсом для развития психологии труда.

При создании технического и технологического оборудования инженер должен учитывать особенности и возможности человека, связанные с управлением и эксплуатацией техники.

В настоящее время безопасность техногенной среды стала глобальной системой. Она не Экологическая эргономика по прогнозу М. Хеландера будет ведущим направлением эргономики в 21 веке.

**1.1. Определение эргономики.** *Эргономия* - наука об отношениях между человеком, производственной средой и средствами производства, *эргономика* - совокупность требований, предъявляемым к преобразованию труда, производственной среды и средств производства.

Маррел (англ) определяет эргономику как научное изучение отношений между человеком и средой; понятие среда он использует в более широком смысле, т.е. машины, инструменты, организация труда и т.д.

Фогель (франц) определяет эргономию как междисциплинарную науку, занимающуюся проблемой взаимодействия человека и машины;

Вудсон (амер) видит в ней возможность конструирования и создания средств достижения более высокой производительности труда, снижения ошибок при их использовании, достижения комфорта и снижения усталости;

Чапанис (итал) считает ее прикладной областью современной технологии, занимающейся конструированием и проектированием машин, рабочих операций и условий труда с целью приспособить их к возможностям и особенностям человека;

Терещенко (СССР) видит в ней науку, целью которой является определение оптимальной системы человек — машина с использованием современных достижений в области физиологии, анатомии, психологии и технических наук;

Оксала (япон.) считает эргономию областью прикладных исследований, в которых знание анатомии и физиологии человека и технологии помогает преобразованию производственных процессов и методов труда, производственного оборудования и условий труда, с тем чтобы они отвечали основным законам человеческого организма и поведения, устраняли чрезмерную нагрузку и возможность травм, непродуктивную деятельность и повышали производительность труда человека.

В России принято определение: эргономика — научная дисциплина, которая изучает функциональные возможности и способности человека в трудовых процессах, метод и организацию рабочей деятельности, делающие работу высокопродуктивной; они

одновременно ведут к всестороннему духовному и физическому развитию, а также обеспечивают комфорт и безопасность трудящихся и сохраняют их здоровье.

Эргономика выявляет закономерности создания оптимальных условий для высокопроизводительного труда и обеспечения необходимых человеку удобств.

Эргономика решает вопросы, возникающие при взаимоотношениях между человеком, орудием производства, оборудованием и производственными условиями. Ч – М - С. Ее назначение состоит в гуманизации техники, создании оптимальных условий труда (размеров рабочего места, упорядоченности системы управления, учета размеров человека и его двигательных, психологических возможностей, создание оптимальных акустических, световых, климатических условий, хорошего обзора и т. д.).

Эргономический подход характеризуется комбинацией (интеграцией) сведений из области социальных, биологических наук и техники; в первую очередь речь идет об использовании результатов в области психологии, физиологии труда, антропологии, гигиены, медицины, биомеханики как основных факторов при проектировании промышленных изделий и производственных условий с целью создания гармонии между человеком и миром техники.

### **Основные понятия эргономики.**

Сосредоточены в ГОСТ 26387-84 «Система «человек-машина». Термины и определения».

Система «Человек-машина» - система, состоящая из человека-оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он (они) осуществляет (ют) трудовую деятельность.

Человек-оператор – человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления.

Машина – совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности.

Деятельность человека-оператора - это процесс достижения поставленных в системе целей, состоящий из упорядоченной совокупности действий человека.

**История возникновения и развития эргономики.** Стремление человека приспособить различные инструменты, оборудование и условия труда к своим потребностям является таким же древним, как и само человечество. Первобытный человек стремился делать свои орудия так, чтобы они как можно лучше соответствовали его физическим возможностям и выполняемой ими функции.

В 1857 году термин ввел польский естествоиспытатель Войтех Ястшембовски.

Истоки эргономики восходят к первым шагам НОТ, разработкам **Тейлора** (конвейер) и его последователя Джилберга.

В начале 20 в. развивается физиология, гигиена труда.

В 20 гг. 20 века зарождается **индустриальная социология**, возникновение которой связывают с проведенным под руководством Э. Мэйо хоторнскими экспериментами в американской «Вестерн Электрик Компани» близ Чикаго. Изучал влияние условий труда, заработной платы, межличностных отношений на повышение производительности труда.

Э. Мэйо явился основателем теории «человеческих отношений». Отвергнув теорию Тейлора об экономическом человеке, он доказал, что наряду с материальными стимулами большое значение играют психосоциальные факторы (сплоченность группы, удовлетворение трудом...)

В 30-е гг. А. Маслоу разрабатывает иерархическую теорию потребностей. Базисные потребности в восходящем порядке:

- физиологические;
- потребность в безопасности (защите);

- потребность в причастности к коллективу;
- потребность в престиже, признании высокого статуса;
- потребность в самовыражении через творчество.

Ученик Бехтерева В.М., советский психолог В.Н. Мясищев, разработал основы **эргологии** (logos - учение) с целью систематизации знаний о труде. Бехтерев поддержал идею создания Эргологического института (1920 г.) на базе Института мозга и психической деятельности.

В 1921 году японский ученый Танака ввел термин «Человеческая инженерия».

В период мирового кризиса в начале 30-х гг. нашего столетия пропал интерес к человеку и эргономическим исследованиям. Только во время второй мировой войны, особенно в военной области, начинается исследование способности человека надежно овладевать управлением современного оружия, изыскивались способы снижения многочисленных отказов ненадежности при управлении военной техникой.

В 1938 году в США организована лаборатория по изучению человеческого фактора в компании «Белл Телефон Лабораториес».

В 1949 году термин «эргономика» введен в Англии. В 1949 г. создано **первое научно-исследовательское эргономическое общество** в Великобритании, а немного позже—в остальных европейских странах.

В Германии принят термин «антропотехника», в США – «Исследование человеческих факторов» (Human Factors (HF)).

Первый краткий курс по человеческим факторам был организован Паулем Мю Фиттсом, которого в США считают отцом науки о человеческих факторах (1958 г.).

Как самостоятельная дисциплина в России развивается с 50-х гг. В 1961 г. произошла первая встреча членов Международной эргономической ассоциации. В 1967 г. в ЧССР была созвана Международная эргономическая конференция на тему «Эргономия в проектировании станков». В конце 60-х гг. эргономика находит широкое применение в промышленности. Сначала интерес эргономики был сосредоточен на выборе элементов, систем управления и контроля машин; позже ее интерес сосредотачивается на решении более широких проблем, взаимодействия человека, машины и условий производства.

Brian Shakel характеризует развитие эргономики по десятилетиям:

1950-е гг. – военная эргономика,

60-е гг. – промышленная,

70-е гг. – эргономика товаров широкого потребления,

80-е гг. – интерфейс «человек-компьютер» и эргономика программно-обеспечения,

1990-е гг. – когнитивная и организационная эргономика.

Изучение эргономики остается делом новым в России. Определенный опыт накоплен в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики, МГУ им. Ломоносова, МАИ.

В РФ создана Ассоциация прикладной эргономики.

В 90-е гг. во многих странах создаются системы сертификации эргономистов, включающие оценку специалистов, выдачу удостоверений. Выделяют американскую, европейскую и японскую системы.

## Дизайн и эргономика

### Эргономика в дизайне интерьера.

Современная эргономика занимается решением следующих проблем:

- отношения в системе человек — машина—производственная среда Ч–М–С;
- факторы внешней среды, воздействующие на эффективность труда, поведение, настроение человека при работе: микроклимат, шум, освещение и т.д. Учитываются: гигиенические факторы, атмосфера и газы, пыль, запахи, влажность и сухость, холод и жара, шум, вибрации, освещение, излучение, цвет, психические и физиологические факторы ;
- конструкция и организация рабочего места человека;

- нагрузка человека во время работы (психическая и физическая). Рационализация режима труда. Правильный режим труда и отдыха, например, активный отдых, производственная гимнастика рекомендуется для молодых рабочих, для умственно работающих;

- положения тела и движения человека во время работы;

- надежность системы человек - машина;

- связь между человеком и машиной, выбор единой системы визуальных связей. При выборе элементов управления и индикации машин решаются вопросы о способах передачи информации или сигналов, удобстве предлагаемых элементов, т. е. конструкции шкал, различимости шрифтов, цифр, символов, знаков. Прорабатывается форма и цветовая отделка элементов управления;

- определение эргономических параметров, выработка эргономико-конструктивных правил, обязательных критериев и норм для конструктивного решения изделий, определение и оценка их качества и потребительской стоимости.

Эргономика стремится найти решение, при котором управление машиной не является утомительным, чтобы человек сохранил умственную и физическую работоспособность в течение всей рабочей смены, чтобы был облегчен доступ информации и принятия решений. Например, при работе на настольном сверлильном станке рабочий визуально следит за креплением инструмента, количеством стружки, с помощью слуха определяет правильную работу мотора, с помощью осязания — надлежащее прижатие инструмента к детали.

В 1977 г. в России утверждены «Межотраслевые требования и нормативные материалы, которые должны учитываться при проектировании новых, реконструкции действующих предприятий, разработке техпроцессов и оборудования». ГОСТ 16035 - 81 «Показатели качества изделий эргономические. Термины, определения, классификация и номенклатура» и др.

## **Практическое занятие 2. Методы эргономических исследований**

Вопросы для обсуждения:

1. Виды методов эргономических исследований.
2. Методики исследования человека.
3. Профессиографическое исследование.

### **Теоретический материал**

Эргономические принципы при создании изделий можно использовать на основе следующих подходов:

- коррекции, т. е. улучшения и усовершенствования отдельных элементов, устранения отдельных недостатков, отрицательно влияющих на труд человека;

- органического включения с самого начала проектирования и конструирования изделия эргономических критериев.

**Эргономическая оценка осуществляется экспериментальными, расчетными, экспертными методами.**

При решении эргономических проблем используются обычные методы экспериментальной психологии и физиологии, такие как:

- наблюдение за трудовой деятельностью или производственным процессом;

- измерение параметров машин и инструментов;

- психологический и физиологический анализ трудовой деятельности;

- анализ ошибок, критических событий или аварий;

•математическое моделирование;

•моделирование ситуаций.



- определение надежности работы человека;
- диагностические методы (тесты, анкеты, интервью, беседы, опрос);
- поисковые макеты.

Разработаны **методики исследования человека:**

- психофизиологические – измерение времени реакции на объект, реакции выбора; частный случай - полиэффекторный метод – комплексная регистрация нескольких психофизиологических функций. Наблюдают нарушения рабочего стереотипа, например, изменение длительности рабочих фаз движения. Прослеживаются данные газообмена, температуры тела, частоты пульса.  
Биотелеметрия – дистанционное исследование функций и показателей жизнедеятельности, которое осуществляется в реальной обстановке в течение длительного времени.
- психофизические – определение порогов чувствительности;
- психометрические – изучение личностных характеристик;
- социометрические методы исследования межличностных отношений;
- электрофизиологические – изучение электрических явлений в организме при деятельности:
- - электроэнцефалография – запись электрической активности мозга;
- - электромиография - « » мышц;
- - изучение кожногальванических реакций;
- - электроокулография – исследование активности мышц глазного яблока.

В зарубежных странах получила распространение «Эргономическая карта», которая содержит вопросы общие и частные, позволяющие анализировать и систематизировать различные факторы, влияющие на трудовой процесс, организм работника:

- Какое задание дано работнику и какой объем информации ему необходим для выполнения задания?
- Требуется ли работа значительного физического напряжения?
- Требуется ли работа эмоционального напряжения, быстрой реакции, умения концентрировать внимание? Влияет ли окружающая обстановка?
- Влияет ли организация труда (темп работы, перерыв)?
- Желательна ли замена некоторых операций, выполняемых человеком, на машинные, и наоборот?
- Не слишком ли проста работа, не лишена ли она смысла? Не является ли опасной до такой степени, что работник чувствует страх, даже отвращение к ней?

Методы профессиографического исследования. Общую схему для разработки профессиограмм составил из 16 вопросов Ян Райскуп (Название работы? Цель работы? с чем работают? Способ выполнения работы? Основание для выполнения работы (чертежи, документация), критерии оценки результатов? Требуемая квалификация? Чем работают? Какова среда? Какова организация труда? Распределение рабочих задач? Интенсивность труда? Виды опасности? Воздействие труда на человека? Польза для работника? Ограничения на работе?)

Используют субъективные оценки утомления.

Разработаны методики субъективного шкалирования, когда испытуемого просят соотнести свое состояние с рядом признаков (самочувствие, активность, настроение). Каждый признак оценивается по многоступенчатой (семибальной) шкале от «плохо» до «хорошо».

Эффективным средством эргономического проектирования становятся **автоматические системы проектирования (САПР).**

Немецкими специалистами создана автоматизированная система ЭРГОМАС (ERGOMAS – Ergonomic Design and Optimisation of Manufacturing and Assembly Systems), позволяет пространственно планировать производственные системы и др.

В США разработан компьютеризированный манекен человека корпорации «Локхид». Венгерские и немецкие эргономисты разработали программу ОСКАР.

В России создана экспертная система автоматизированного эргономического проектирования и оценки систем «человек-машина».

В США, Германии, Франции и др. созданы банки эргономических данных.

Во Франции на базе лаборатории антропологии и экологии человека Парижского университета м. Р. Декарта функционирует банк биометрических данных «Эргодата» (включает данные разных стран).

### **Практическое занятие 3 .** **Основные групповые эргономические показатели**

Вопросы для обсуждения:

1. Групповые эргономические показатели.
2. Единичные эргономические показатели.

#### **Теоретический материал**

##### **Группы:**

- социально-психологические - соответствие конструкции и организации рабочего места человека его характеру и степени группового взаимодействия, устанавливают степень опосредования межличностных отношений содержанием совместной деятельности по управлению объектом;

- психологические - соответствие техники возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, эмоций, интереса человека; единая система визуальных связей;

- физиологические и психофизиологические. Физиологические - соответствие техники силовым, скоростным, биомеханическим и энергетическим возможностям человека. Психофизиологические – соответствие зрительным, слуховым возможностям человека, условиям визуального комфорта и ориентирования в предметной среде.

- антропометрические - соответствие структуры, формы, размеров изделия (техники) и его элементов структуре, форме, размерам и массе тела человека, соответствие характера форм изделия анатомической пластике человеческого тела. Его единичные показатели обеспечивают удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку рукояток, оптимальные рабочие зоны рук и ног;

- гигиенические – обуславливают соответствие изделий особенностям организма человека и включают единичные показатели освещенности, температуры, влажности, вентилируемости, запыленности, давления, заземленности, радиации, шума, вибраций, гравитационных перегрузок и др.

Антропометр.	Гигиенич.	Физиолог.	Психофизиол.	Психологич.
<ul style="list-style-type: none"> <li>●Рациональность рабочей позы</li> <li>●Соответствие параметров оборудования и органов управления</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Микроклимат</li> <li>●Освещенность</li> <li>●Заземленность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Соответствие техники мышечной силе</li> <li>●Соответствие техники мышечной</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Особенности зрительного анализатора</li> <li>●Особенности слухового анализатора</li> <li>●Особенности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Особенности восприятия</li> <li>Особенности мышления</li> <li>●Особенности памяти</li> <li>●Безопасность</li> </ul>

антропометр. Параметрам ●Оптимальность рабочей зоны достигаемости		выносливость и ...	осязательного анализатора ...	...
---	--	--------------------------	-------------------------------------	-----

#### **Практическое занятие 4. Использование данных психологии труда при эргономическом обеспечении проектирования**

Вопросы для обсуждения:

1. Психология труда.
2. Методы исследования в психологии труда.
3. Виды анализаторов.
4. Внимание.
5. Память.
6. Эмоции.

#### **Теоретический материал**

Психология (греч. psyche, logos – учение о душе) – наука о закономерностях развития и функционирования психики как особой формы жизнедеятельности. Объект психологии труда – деятельность индивида в производственных условиях.

До 17 века психология развивалась в связи с логикой и философией, а экспериментальное начало отсутствовало.

Развитие экспериментальной психологии на Западе связано с именами Вебера, Гельмгольца, Вундта. Неоценимый вклад внесли русские физиологи-материалисты И.М.Сеченов и И.П. Павлов.

**Психология труда.** Объект изучения - влияние техники, явлений научно-технической революции на человека, изучение требований, предъявляемых психологией к конструкции оборудования и технологическим процессам. Психология труда – раздел эргономики, который изучает психические особенности труда человека, помогает приспособить промышленные изделия, производственный процесс и среду к психическим особенностям и функциям человека. Способствует удовлетворению трудящегося своей трудовой деятельностью и формированию созидательного отношения к труду. Психология труда анализирует производственные условия, определяет профессиональные и личные качества, необходимые для соответствующей профессии, решает вопросы организации труда, управления производством, вопросы контроля психофизиологического состояния оператора в процессе работы, руководства рабочим коллективом, помогает в работе с кадрами (при отборе работников, оценке их производственной деятельности, профессиональных способностей), при решении вопросов личных отношений работников в коллективе. Учитывает:

а) психические свойства, особенности и возможности человека и их взаимосвязь с остальными компонентами системы человек—машина;

б) способы передачи и приема информации о состоянии производственного оборудования или технологического процесса (конструирование индикаторных устройств, способы кодирования зрительной информации, типы индикаторов, совместимость индикаторов и органов управления);

в) проблемы переработки информации человеком;

г) возможности оператора на основе считывания показаний приборов осуществлять управление оборудованием или техпроцессом, т. е. не только контролировать ход технологического процесса, но и регулировать его.

Если прежде труд человека имел преимущественно физический, мускульный характер, то сейчас в связи с достижением НТП он все более интеллектуализируется. Человек освобождается от энергетических, транспортных и технологических функций. Управление современными машинами связано не столько с физическими, сколько с умственными нагрузками. Основными функциями человека становится программирование работы машин, управление ими и контроль за их работой. За период с 1960 по 1975 г. доля неавтоматизированного производства в развитых странах сократилась с 76% до 8%. Возникает задача согласования конструкций машин с психологическими характеристиками человека.

Ошибочное действие оператора или неточность в восприятии информации могут привести к нежелательным последствиям. Психология труда изучает вопросы, связанные с психическими процессами и личными качествами человека (с характеристиками внимания, наблюдения и принятия решения).

Техника усложняется. В 1945 г. доля несчастных случаев из-за психических ошибок на шахтах Донбасса – 14%, в 1970 – уже 77%.

Нервная ткань не может реагировать более чем на 500 раздражений в секунду, мышечная – более чем на 200. Если поток импульсов превышает уровень лабильности, то наступает парабриоз – перевозбуждение, реакции организма неадекватны.

**Использование данных психологии** при проектировании рабочего места или пульта управления учитывают:

а) воздействие всех внешних факторов и влияние производственной среды, снижающих точность (надежность) и скорость считывания показаний;

б) способы и формы индикации информации о ходе производственных процессов или функционировании оборудования, надежность сигнализации (являются ли индикаторы и сигнальные устройства простыми, однотипными, правильно ориентированными и удобными для отдельных органов чувств);

в) объем умственной работы оператора (его психическое состояние и реакции);

г) возможность неполадок технического оборудования.

Необходимо помнить, что

д) оператор у оборудования, панели управления или в диспетчерской может воспринимать лишь ограниченный объем информации (наиболее плодотворно – не более 5 объектов внимания) в течение определенного участка времени; оператор не должен в течение продолжительного времени (более 15-20 минут) наблюдать за одним индикатором или одним показанием, т.к. притупляется внимание и появляется психическая усталость;

е) требования точности и быстроты реакции должны соответствовать психическим возможностям оператора; процессы, по трудности превышающие допустимый предел, д.б. автоматизированы.

### **Методы исследований.**

Психологическое изучение человека включает 4 основных приема исследования: беседа, самоотчет, наблюдение, метод специальных тестов.

*Беседа* – удобна для выявления таких качеств, как целевая установка, чувство долга и ответственности, интерес, трудолюбие, общительность, застенчивость, обидчивость.

*Самоотчет* – не имеет самостоятельного значения, входит как составная часть в беседу.

*Наблюдение* – еще в большей степени, чем беседа, дает материал для психологической характеристики. Требуется времени. Не все задачи проф. отбора может решить. Может быть пассивным и активным.

*Метод специальных тестов.*

Результаты исследований оцениваются по бальной системе. Наиболее обоснованной

является 9-бальная система.

Рассмотрим применение основных методов исследования оператора в психологии труда.

- **наблюдение.** Цель наблюдения - выявить профессионально значимые особенности различных психических процессов путем изучения и сопоставления внешних проявлений деятельности человека, мимики, речи и результатов его труда. Наблюдение обычно дополняется регистрацией изучаемых явлений (магнитофон, фотографирование или киносъемка рабочей позы и выражения лица оператора, показаний наблюдаемых им приборов, направлений взора и рабочих движений).

Наблюдение может быть уточнено с помощью замеров геометрических размеров рабочих мест, времени труда и отдыха, времени выполнения отдельных операций. Часто производят замеры физиологических показателей человека: частоты пульса, дыхания, кровяного давления, электрической активности сердца, мозга и т.д.

Специфической формой наблюдения является трудовой метод – повседневные записи самого наблюдателя. Недостатки: если запись ведется по окончании рабочего дня, то записи могут быть неполными и неточными. Если записи ведутся в ходе работы – это нарушает трудовой процесс и делает его не равнозначным обычному. Достоинства: не просто предполагаем существование тех или иных состояний у работающего, а ощущает на себе.

Наблюдение обычно дополняется беседами и анкетированием. Достоинство анкетирования – возможность опросить большой круг людей. Но вопросы бывают формальными, можно не учесть или пропустить что-то важное.

- **эксперимент.** Это изучение психологических особенностей деятельности оператора, вызванных изменением условий, цели или способа выполнения этой деятельности.

Может быть лабораторным или естественным.

В лабораторных условиях трудно имитировать некоторые ситуации реальной деятельности (стрессовые ситуации, мотивацию, чувство ответственности). Разновидностью аналитического лабораторного эксперимента является тестовое испытание. Тест – задача, с помощью которой проверяется развитие у оператора того или иного психологического качества.

На стадии планирования эксперимента решаются задачи: определения числа необходимых опытов, создание равноценных экспериментальных и контрольных групп и т.д.)

- **моделирование.** Методами моделирования исследуются не сами реальные процессы и явления, а некоторые искусственно созданные объекты, аналогичные в определенном отношении реальным. Эти искусственные объекты называются моделями.

Моделирование деятельности может быть физическим и математическим.

При физической моделировании исследуется деятельность оператора в лабораторных условиях с помощью специального оборудования (тренажеры, стенды, макеты). Т.е. это инженерно-психологический эксперимент. Смысл моделирования заключается в воспроизведении особенностей реальной деятельности, в математическом планировании и обработке результатов эксперимента.

Под математическим моделированием понимается исследование деятельности с помощью математических моделей (формула, уравнение, неравенство). Исследование заключается в решении уравнений и их систем, с учетом накладываемых ограничений. В основу построения математических моделей может быть положен различный математический аппарат: теория информации, теория массового обслуживания, теория автоматического управления.

Основным преимуществом математических моделей является их относительная простота. Однако они являются лишь грубым приближением к действительности, так как не учитывают особенности каждого человека, огромное количество различных факторов,

влияющих на результаты деятельности оператора.

**Внимание** – сосредоточенная деятельность субъекта в данный момент времени на каком-либо реальном или идеальном объекте. Три вида: произвольное, произвольное (активный характер, требует волевых усилий), произвольное (направлено на цель, но не требует специальных умственных усилий). Свойства: объем, переключаемость, сосредоточенность, колебания, интенсивность, распределение.

**Прием информации.** Прием и переработка информации – познавательные процессы. Основные психические процессы, участвующие в приеме и переработке информации:

- ощущение;
- восприятие;
- представление;

• мышление.

Прием информации есть процесс формирования перцептивного образа, является фазным процессом и включает несколько фаз:

- обнаружение – стадия восприятия, на которой наблюдатель выделяет объект из фона, но еще не может судить о его форме и признаках;
- различение – стадия восприятия, на которой наблюдатель способен отдельно воспринимать два объекта, расположенных рядом (либо два состояния одного объекта), выделять детали объектов;
- опознание – стадия восприятия, на которой наблюдатель выделяет существенные признаки объекта и относит его к определенному классу.

Длительность стадий зависит от сложности воспринимаемого сигнала.

Большую роль при построении перцептивного образа играют представления (вторичные образы), сформированные у человека на основе предыдущего опыта. Восприятие есть вместе с тем и соотнесение формирующегося образа с некоторым хранящимся в памяти эталоном.

Когда в поле зрения находится несколько объектов, их опознание начинается почти одновременно. Однако, пока один из них не будет опознан с вероятностью 70%, опознание других задерживается.

**Анализаторы.** Информацию человек получает за счет анализаторов: зрительного (постоянный точечный световой сигнал), слухового, тактильного, вкусового, обонятельного, кинестетического, вестибулярного (ускорение при вращении и прямолинейном движении).

Длительность реакции человека:

- тактильный анализатор – 90-220 мсек;
- слуховой анализатор – 120-180 мсек;
- зрительный анализатор – 150-200 мсек;
- обонятельный анализатор – 310-390 мсек;
- болевой анализатор – 130-890 мсек.

Оптимальное количество информации, поступающей на рецепторный вход человека и осмысливаемой им, лежит в пределах от 0,1 до 5,5 бит/сек. Уменьшение количества информации вызывает затухание активности оператора, а увеличение – уменьшает скорость приема информации. Максимальное количество информации, которую может принимать человек в течение длительного времени, равно 8 бит/сек.

На количество воспринимаемой информации влияет характер самой информации.

• При чтении единицей восприятия часто является не буква или слог, а целое слово или даже строка.

• Максимальная пропускная способность зрительной системы при опознании предметов равна 50-70 бит/сек. Минимальное время экспозиции при этом равно 0,06-0,09 сек.

При увеличении скорости входной информации количество ошибок в работе возрастает, при дальнейшем увеличении потока информации оператор может вообще отказаться от решения поставленной задачи.

Если сигнал поступает в виде изображения, то задачи опознавания сигнала и объекта сливаются, благодаря чему повышается скорость приема информации. Сигнал в виде изображения целесообразно использовать для передачи большой по объему информации о пространственных, временных, энергетических и др. параметрах объекта. Но точность невелика, поэтому такие сигналы используют для получения общего представления о процессе.

Если объем передаваемой информации мал, а точность требуется высокая, то лучшие результаты дают сигналы-символы в виде цифр, букв, положения стрелок и т.п.

В каждом случае надо найти оптимальную меру в соотношении «картинности» и «знаковости».

Степень полноты изображения	Латентный период, сек	Величина реакции, %
Предмет реальный	0,4	100
Цветной рисунок	0,9	76,5
Светотеневой рисунок	1,2	55,1
Контурный рисунок	1,5	27,5
Слово	2,8	16,3

В авиации, например, вместо трех приборов, каждый из которых показывает численные значения дальности, курса цели и объекта, можно применить один прибор с картинной индикацией положения двух самолетов относительно друг друга.

Зависимость времени реакции от количества и важности информации носит характер прямых с разным углом наклона. Эффект увеличивается, если более значащая информация поступает к оператору. Дополнительное уменьшение времени может иметь место при болевом «подкреплении» аварийного сигнала.

Более сложные дизъюнктивные реакции (реакции выбора) характеризуются необходимостью отвечать действием только на некоторые из сигналов. Длительность латентного периода таких реакций больше, чем у простых сенсомоторных реакций, а при равной вероятности сигналов пропорциональна логарифму их альтернативных выборов. Дизъюнктивные реакции являются наиболее характерными для работы оператора.

Максимальная точность работы оператора соответствует некоторому оптимальному темпу работы, уменьшение или увеличение которого приводит к увеличению количества и величины ошибок.

Одновременное повышение точности и надежности работы может быть получено при параллельной работе двух операторов. В этом случае в контур управления вводится устройство, которое пропускает в систему управляющие сигналы только при их полной идентичности. Ошибка управления возможна только при одновременном появлении ее у обоих операторов. В этом случае можно сократить число ошибок, проникающих в систему, в сотни раз.

На стадии проектирования существенное повышение надежности дает учет психофизиологических факторов, создание нормальных условий жизнедеятельности. Нужна правильная тренировка оператора, предоставление ему возможности смены выполнения работы, ликвидация помех (эхо-сигналы, шумы, вибрации, световые блики).

### **Память:**

Человек использует следующие типы памяти: моторная (двигательная), образная, смысловая (логическая), эмоциональная. На словесно-логическом типе памяти запоминаются формулы, понятия.

Различается память:

1. Кратковременная. Информация хранится всего несколько секунд.

- непосредственная (иконическая) – как бы фотография объектов, воздействующих на органы чувств. Хранится почти вся информация, поступившая в какой то момент времени на органы чувств. Хранится всего несколько секунд;

- оперативная – способность сохранять текущую информацию, необходимую для выполнения того или иного действия. Длительность хранения определяется временем выполнения данного действия. После выполнения действия необходимо сбросить информацию, иначе могут возникнуть ошибки в дальнейшей работе.

При переводе информации из непосредственной памяти в оперативную происходит ее селекция по критериям, определяемым задачей, которую решает человек.

2. Долговременная (дни, месяцы, годы).

Объем памяти  $y$  зависит от количества информации  $x$  (обратно пропорционально):  $y=1/x$  (гипербола).

Результаты экспериментов говорят, что из разных по длине сообщений запоминаются лучше те, которые несут меньше новой информации. Чтобы увеличить объем запоминаемого материала, надо: уменьшить количество информации, сократить количество запоминаемых символов путем укрупнения кусков информации, одновременно уменьшить и количество информации, и количество запоминаемых символов.

Кратковременная память в большей степени зависит от количества запоминаемых символов, долговременная память – от количества информации.

Играет роль перекодирование информации, т.е. переосмысление, понимание материала, т.е. смысловое запоминание эффективнее механического в 20 раз.

Кривая **забывания** характеризуется стремительным падением вниз в первые часы. За первые 9 часов падает со 100% до 35%. Процент сбережения информации обратно пропорционален логарифму времени.

Три вида забывания:

- потеря информации из-за того, что она не используется,  
- потеря в результате интерференции (проактивной и ретроактивной), т.е. обусловлен действием закона индукции нервных процессов, т.е. развитием процесса торможения под влиянием возбуждения; появляется новая;

– забывание, обусловленное мотивацией, т.е. из памяти стирается материал, который противоречит мотивам деятельности.

**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. Положительные ( радость уверенность, чувство удовлетворения работой), отрицательные ( страх, раздражение, унижение).

Функциональное (*эмоциональное*) состояние оператора определяется качествами личности:

- особенностями темперамента, в которых проявляется сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов;

- интересом к деятельности, стремлением совершенствовать мастерство;

- настойчивостью, решительностью в сочетании с инициативностью, сообразительностью и самокритичностью;

- способностью к кратковременному напряжению при стрессовых ситуациях;

- эмоциональной устойчивостью;

- быстротой переключения, устойчивостью внимания;

- скоростью и точностью двигательных реакций, координацией движений.

Любое психическое состояние характеризуется параметрами:

- поведенческие (поза, мимика, интонация речи);

- коммуникативно-поведенческие (стиль и характер общения с другими людьми);



- вегетативные (реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем);
- биохимические (обмен веществ, ферментные и эндокринные реакции, например, при напряжении выделяется большее количество гормонов).

Длительные отрицательные эмоции могут закрепляться в организме по принципу «застойного» состояния, отрицательно сказываясь на здоровье.

Изучение показало наличие 4-х основных свойств нервной системы: силы, динамичности, подвижности и лабильности. Каждое из них характеризуется 3 показателями: по возбудимому процессу, тормозному и их балансу (уравновешенности).

Эмоциональное напряжение в нормальных формах помогает оператору в решении профессиональных задач, т.к. происходит мобилизация резервов организма.

Выделяют две формы эмоционального напряжения: возбудимый (геперактивность, многословие, раздражительность, резкость, обидчивость и настороженность) и тормозной тип (скованность, однообразная поза, угловатость и замедленность движения, резкое напряжение мимический мускулатуры. Иногда операторы не замечают действия окружающих).

При обеих формах напряжения могут: учащаться дыхание (до 40-60 в минуту) и сердечные сокращения (до 190 мм рт. ст.), повышаться давление, изменяется окраска лица, чувство тяжести в области сердца и т.д.).

Иногда возникает *запредельное* напряжение: сужение объема внимания вплоть до полного прекращения деятельности и признаков психического расстройства. Этому способствует: психологическая неподготовленность к работе (слабая тренированность, отсутствие волевой установки, неуверенность в своих силах и технике), утомление, необычные условия обитания.

Эмоциональное напряжение оператора после выполнения ответственной работы сопровождается психическим истощением (функциональной астенией). Отмечается слабость процессов возбуждения (однообразие позы, малая подвижность, безразличное отношение к делу и товарищам, пассивность, замедление мышления) или торможения (умеренно выраженное двигательное беспокойство, многословность, отсутствие глубины анализа событий). Этот симптомокомплекс наблюдается в течение 1-3 ч (реже до суток), после чего появляются жалобы на головные боли, усталость, вялость, поверхностный сон, иногда с кошмарными сновидениями. Иногда отмечалось ухудшение памяти, эмоциональная неустойчивость, тяжесть в голове, боли в мышцах конечностей.

Эмоциональное напряжение характеризуется изменением помимо психических (субъективных) показателей: вегетативных, мышечнодвигательных и биохимических.

Для исследования используются биопотенциалы сердца, мозга, скелетных мышц и кожи. Биотелеметрическая система включает электроды, датчики, радиоканалы, радиопередатчики, приемно-регистрирующую аппаратуру.

Наиболее простым и надежным показателем психической напряженности является повышение напряжения сердечно-сосудистой системы. При эмоциональной напряженности, вызванной дефицитом времени, трудностью выполнения задания, частота дыхательных движений возрастает до 40-60 движений в минуту. Учащение сопровождается уменьшением глубины дыханий, укорочением фазы выдоха относительно фазы вдоха.

Вегетативные сдвиги организма сопровождаются кожно-гальваническими реакциями: КГР (потоотделительные реакции человека). Два способа измерения КГР: измерение сопротивления кожи подведенному извне току (метод Фере) и регистрация собственного электрического потенциала кожи (метод Тарханова).

Среди других сдвигов вегетативного характера: изменение температуры отдельных участков кожи, увеличение количества миганий глаз.

## **Практическое занятие 5. Учет социально–психологических факторов при проектировании среды**

Вопросы для обсуждения:

1. Профессиональный отбор.
2. Коллектив.
3. Проектирование интерьеров с учетом социально-психологических факторов.

### **Теоретический материал**

Социальная психология изучает взаимоотношения членов одной рабочей группы, их динамику, проблему лидера, вопросы отбора и комплектования групп, поведения людей при групповой деятельности.

Трудовая деятельность определяется мотивами и целями. Мотив – это осознанная потребность (материальная или духовная).

#### **Профессиональный отбор.**

Проводят без учета социальных различий. Учитывают способности: общие (хорошая долговременная и оперативная память, способности сосредоточиваться) и специфические (музыкальный слух).

Некоторые ученые утверждают, что способности человека предопределены наследственностью, заложены в «генном строении» человека. Другие считают, что способности определяются условиями жизни человека.

Природной предпосылкой способностей являются задатки.

При проф.отборе придерживаются этапности:

1 этап. По медицинским показаниям.

2 этап. Определение степени пригодности индивида для выполнения проф. заданий. Зависит от времени тренировки, факторов внешней среды. Контингент делится на три группы:

- безусловно пригодные;
- условно пригодные ( могут совершать ошибки из-за факторов среды или требуется увеличение времени обучения);
- непригодные.

3 этап. Контрольный. Выявление лиц, которые не могут выполнять функции вследствие появления неблагоприятных факторов (их состояния). Определение слабых сторон методики первых двух этапов.

#### **Коллектив.**

Выявлено 4 типа коммуникативного поведения людей:

- обособляющийся – тип поведения с выраженной ориентировкой человека на себя, на свои силы;
- ведомый – ориентирован на добровольное подчинение;
- лидирующий;
- сотрудничающий – стремится к совместному решению задачи.

У одного и того же человека в разных условиях могут проявляться разные типы поведения.

**Малая группа** – совокупность (общность людей), объединенных в пространстве и времени, совместно решающих ту или иную задачу и имеющих непосредственные (или опосредованные техникой) контакты. Например, бригада, экипаж самолета, геологический отряд. Включает от 2 (некоторые специалисты считают, что от 3) до 30 человек.

Для каждого вида деятельности оптимальна определенная численность группы.

Возможны варианты функциональной организации группы (зависит от конкретной задачи): цепочка, звезда, круг, сеть.

Цепь – на конвейере.

Звезда – координация работ осуществляется определенным лицом. Используется, если задача относительно проста.

Круг.

Сеть полная (может быть неполная) – Используется при переработке больших объектов информации и сложных алгоритмах деятельности.

Макаренко ряд трудов посвятил проблеме коллектива. Сформулировал «закон перспективных линий», утверждая, что коллектив – система саморегулирующаяся. Коллектив в своем развитии движется вперед только тогда, когда имеет систему целей. Реализуя стоящую перед ним цель, коллектив переходит в новое качественное состояние, приобретая возможность решать более сложные задачи.

Развитие в коллективе идет как «по вертикали» (отношения между лидером и подчиненными строятся по принципу субординации), так и «по горизонтали» (отношения рядовых членов группы между собой строятся на принципах товарищеской взаимопомощи).

В группах выделяют лидера и ведомых.

В американской социально-психологической литературе выделяют два основных свойства лидера:

- его суперординарность – большая компетентность в задаче;
- «умение войти в группу» - высокая авторитетность как личности.

### **Практическое занятие 6. Использование данных физиологии труда при эргономическом обеспечении проектирования**

Вопросы для обсуждения:

1. Физиология труда
2. Задачи физиологии труда.
3. 3 Функциональные состояния организма человека по системе В.И. Медведева.
4. Производительность труда и ее колебания.
5. Использование данных физиологии при проектировании интерьеров.

### **Теоретический материал**

**Физиология труда** – раздел эргономики, который изучает физиологические возможности человека, функции его организма во время физической работы, реакции организма на воздействие факторов внешней среды и производственных условий, возможности приспособления организма к условиям трудовой деятельности с целью создания благоприятных условий для достижения наивысшей производительности труда, оптимально используя физиологические возможности и профессиональные способности человека.

Физиология труда ставит следующие вопросы:

- а) нагрузка на человека в процессе трудовой деятельности, количество энергии, затраченной на выполнение работы;
- б) пределы изменения нагрузки на организм человека без угрозы для жизни и здоровья;
- в) частота перерывов на отдых, ее влияние на повышение производительности труда;
- г) эффективность физической работы.

Физиология труда должна способствовать рациональному функционированию человеческого организма при трудовой деятельности, рациональной организации рабочих движений, при которой наивысшая производительность труда достигается с наименьшими

затратами энергии.

Работы можно разделить на **4 класса**:

1. Работы, использующие преимущественно силу мышц (динамическая и статическая физическая работа), нагрузке подвержены мышцы, кости, учащается пульс, дыхание (например, у кузнеца);
2. Работы, требующие особой точности координации движений (легкая ручная работа, например, слесаря или монтера).
3. Работы, связанные с нагрузкой на органы чувств (определение и различение качественных характеристик при разной интенсивности нагрузки); работы выполняются при напряжении органов чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания): осуществление контрольных функций в различных отраслях промышленности;
4. Работы, связанные преимущественно с умственной деятельностью, требуют напряжения психики и развития умственных способностей. Работы, требующие напряжения внимания (водитель транспортных средств), требующие усидчивости (лаборант), связанные с эмоциональным напряжением (диспетчер).

В процессе выполнения работы функциональное состояние организма переходит из одной фазы в другую. В.И. Медведев установил **семь фаз**:

1. Период до начала работы, человек внутренне настраивается, обдумывает особенности предстоящей работы. Организм мобилизуется. Может возрасти сила сердечных сокращений, артериальное давление, усиление и углубление дыхания.
2. Физиологический механизм связан с внешним торможением в результате изменения характера раздражителей. Фаза длится несколько минут, может не наблюдаться.
3. Период начальной работы - одна из наиболее сложных фаз. Человек приспосабливается к оптимальному режиму. Реакции организма еще не адекватны внешней нагрузке, организм реагирует на внешние раздражители с большей силой, чем это необходимо. Вторая и третья фазы - фаза втягиваемости, вработываемости. Производительность повышается.
4. Оптимальный режим работы. Производительность максимальна.
5. Функциональное состояние организма ухудшается. Уровень поддерживается за счет перестройки функций (например, нормальное кровообращение обеспечивается не за счет увеличения силы сердечных сокращений, а за счет возрастания их частоты). Может появиться состояние конечного порыва - мобилизуются дополнительные резервные силы организма.
6. Неуклонное ухудшение состояния организма. Утомление, появляются ошибки. Чем больше физическая нагрузка, тем быстрее наступает утомление.
7. Фаза срыва. Реакция организма неадекватна внешним сигналам.

Цель – увеличить продолжительность 4-ой фазы. Уменьшить остальные.

Например, период вработываемости водителя 1,5 - 2,5 ч. Изменения в организме - после 3-4 ч работы, принимают отчетливый характер через 7-8 ч. За счет мобилизации сил организма работоспособность поддерживается в течение 10 ч. Затем резко падает.

Для шахтеров стадия вработываемости 10-15 мин. Устойчивая работоспособность – 3-4 часа. Затем утомление. Необходим не менее 30 минут обеденный перерыв.

**Производительность труда.** Зависит от:

- индивидуальных особенностей работника - анатомических (физических), умственных (психических), квалификации и состояния здоровья;
- технических и экономических условий (организации труда, технологии производства, материальной заинтересованности, общественной среды).

Критерии, характеризующие степень эффективности труда:

- быстрота и профессиональная подготовленность, определяемые количеством труда в единицу времени;
- приложенное усилие при управлении оборудованием;
- точность, характеризуемая качеством работы (количество ошибок);
- количество передаваемой информации.

В течение смены, недели, года, всей трудовой деятельности человека наблюдаются изменения (колебания) производительности труда (зависят от утомления, режима труда и отдыха).

### **Физиологические предпосылки целесообразной организации труда.**

При проектировании рабочего места, технического оборудования конструктор должен выполнять следующие правила:

а) величина механической работы должна быть пропорциональна мышечной массе, принимающей участие в выполнении данной работы; движения не должны вызывать большого мускульного усилия отдельных групп мышц (что вызывает общее физическое утомление), следует предусмотреть рабочие позы и движения, когда задействованы большие группы мышц;

б) обеспечить выполнение работы в удобных, естественных и физиологически целесообразных положениях тела человека; по возможности выполнять работу сидя и на удобных сиденьях; при работе стоя предусмотреть перерывы на отдых в положении сидя;

в) рационально организовать рабочие движения, свести к минимуму движения в пространстве; самые короткие и самые быстрые движения зачастую бывают неэффективными, т.к. не обеспечивают восстановление силы мышц; физиолог должен определять частоту и скорость движений частей человеческого тела;

г) максимальная точность и скорость рабочих движений обратно пропорциональна нагрузке;

д) оператор должен выполнять лишь функции управления; все силовые операции д.б. автоматизированы или механизированы;

е) грузы переносить на небольшое расстояние и манипулировать им, как правило, в горизонтальной плоскости.

Физиология труда подразделяет физическую работу на два вида:

а) **динамическую мышечную работу**, при которой мышцы разных мышечных групп попеременно растягиваются и сокращаются (при вращении кривошипных рукояток мышцы ритмично напрягаются и расслабляются) – более 100 Н;

б) **статическую мышечную работу**, при которой мышцы не движутся, например когда человек держит груз на вытянутой руке или работает на корточках согнувшись и т. д. Напряжение при статической работе в 5 раз превышает напряжение, вызываемое динамической работой, требуется в 3—4 раза больше времени на восстановление энергии, чем при динамической работе. Статическая работа менее эффективна, следует исключать этот вид работы. Использовать до 50 Н.

### **Принципы использования статической работы.**

а) Возникающая статическая нагрузка не должна превышать 15% максимального усилия при данной рабочей позе оператора.

б) При усилии, превышающем 25% максимального, физическая усталость наблюдается уже спустя 5 мин, а при усилии, превышающем 50% максимального усилия, мышцы выдерживают статическое напряжение не более 1 мин.

Необходимо:

- ограничить до минимума выполнение работы в неудобном (неестественном) положении тела или конечностей;
- исключить выполнение работ в течение продолжительного периода времени в положении, когда руки разведены в стороны, подняты вверх, вытянуты вперед;
- ограничить продолжительность удерживания или переноски груза;
- ограничить случаи сохранения неподвижного положения тела при выполнении работ или очень медленных рабочих движений руками.

Принято: грузы до 6 кг – считают легкой физической нагрузкой;

6...15 – умеренная;

15...30 – средняя;

30...50 – тяжелая.

**Утомление** подразделяют:

- *простое утомление*, возникающее при любом физическом или психическом напряжении, быстро исчезает после перерыва на отдых;
- *перенапряжение*, возникающее во время продолжительной и интенсивной работы, которое влияет на точность мышления, отрицательно воздействует на нервную систему, способствует нежеланию работать; для устранения перенапряжения необходим продолжительный сон;
- *тяжелое переутомление* - степень утомления, близкого к патологическому, при котором возникает опасность травматизма и требует лечение или отдых в течение нескольких дней.

**Стресс** (англ. Stress - давление, режим, напряжение) - крайняя форма психической напряженности человека, граничащая с нервно-эмоциональным срывом.

Общее переутомление возникает при:

- а) продолжительной интенсивной физической работе (не случайно шахтер должен научиться 2-3 смежным специальностям – это позволяет меняться рабочими местами);
- б) любой деятельности, требующей внимания, концентрации сил и мастерства;
- в) монотонной работе, связанной с простыми, часто повторяющимися движениями, когда в работу включено небольшое число мышц;
- г) неблагоприятных микроклиматических условиях (высокой  $t_{\text{в}}^{\text{с}}$ , влажности, при низком содержании кислорода, загазованности);
- д) воздействии шума и вибрации;
- е) неблагоприятном освещении (слабом или слишком ярком);
- ж) наличии ответственности за материальные ценности и жизнь людей;
- з) отрицательных эмоциях (неуравновешенном психическом состоянии, отсутствии интереса к работе и т. д.);
- и) болезненном состоянии, в т.ч. во время инкубационного периода различных инфекционных заболеваний, когда работающий еще не находится на больничном);
- к) недостаточном питании (с точки зрения качества и количества, особенно при недостатке витаминов и белков).

Играет роль несовершенство конструкции рабочего места, неудобство рабочей позы. Например, труд прядильщицы считается легким, однако ее пульс - до 126 уд/мин, как при тяжелом физическом труде, снижена выносливость рук, ног и спины из-за ошибок в конструкции станка.

К переутомлению приводят факторы, связанные с нарушением режима труда (недостаточный отдых).

Положительные эмоции препятствуют наступлению утомления.

**Режим работы и отдыха.** Физическая или умственная работа не может выполняться

непрерывно, следует предусмотреть перерывы на отдых.

Основа расчета работы и отдыха: время отдыха должно составлять не менее удвоенной продолжительности работы.

Пассивный и активный отдых.

Перерывы на отдых (микропаузы) при динамической работе (более 19 кДж/мин затраченной энергии) устанавливаются по различной методике. При затрате 33 кДж/мин после 10 мин работы можно сделать перерыв на 10 мин. При легкой физической работе (до 19 кДж/мин) в условиях высокой температуры (свыше 25 °С) микропаузы устанавливаются в зависимости от частоты пульса или температуры тела. При тяжелых (в физиологическом смысле) работах целесообразнее устанавливать частые короткие перерывы, а не работать долго до полного изнеможения и затем отдыхать в течение значительного периода времени.

Организацию правильного режима труда и отдыха, работы в ночную смену и т.д. следует согласовывать с физиологом и психологом.

При легкой физической работе – 2-3 пятиминутных перерыва.

При повышенном внимании – 4-5 перерыва по 5 минут.

При тяжелой физической работе – по 10 мин не реже чем через 1,5- 2 часа.

Сварщик: 20 мин работы, 20 минут отдыха.

**Гипокинезия.** Сегодня задача психофизиологии заключается не в сдерживании психических нагрузок. Актуально мускульное оживление труда, ибо часты неподвижные позы.

Неблагоприятным фактором является недостаточная двигательная активность (профессиональная гипокинезия), т.е. работа в фиксированной позе с однообразными движениями.

Гипокинезия снижает работоспособность, приводит к заболеваниям. Если недостаток такой работы не компенсируется в нерабочее время, то отрицательное влияние гипокинезии усиливается.

Критерии наличия гипокинезии:

- затраты энергии на мышечную работу в смену не превышают 0,5-1 ккал/мин.
- 75% рабочего времени трудовые действия выполняются только предплечьями и кистью рук в положении сидя,
- труд монотонный: до 5-7 элементарных действий,
- до 8-10 вариантов выбора решений.

Трудовая деятельность человека должна быть организована так, чтобы исключить монотонность. Монотонность появляется, например, при периодически повторяющихся однообразных движениях (операциях) в течение ограниченного отрезка времени, которые, постоянно раздражая определенные участки нервных клеток, вызывают напряжение нервной системы и торможение мозговых клеток.

## **Некоторые данные психофизиологии**

### *Статическая сила*

Абсолютная мышечная сила мужчины - 60 Н на 1 см<sup>2</sup> сечения мышцы  
женщины - меньше на 20 %

Человек одной рукой (рука в сторону) удерживает 41 кг

Мужчина средних лет может поднять 150 кг

Человек одной рукой удерживает 443 кг

Человек сдвигает груз 700 кг

Человек стоя удерживает на спине 1815 кг

#### *Динамическая сила*

Человек на одной ноге делает 150 приседаний

Человек за две минуты совершает 200 оборотов

#### *Дыхание*

За один вдох в спокойном состоянии вдыхает 0,3-0,5 л

За один глубокий вдох - 1,6 л

За минуту вдыхает 7-10 л, в день - 15 кг

Во время тяжелой работы за минуту человек вдыхает 80 л воздуха (до 150 л)

Емкость легких мужчин – 5 литров.

женщин – на 15-20 % меньше.

#### *Кровообращение*

Через сердце проходит 5 л крови в минуту

При большой физической нагрузке 37-40 л крови за минуту через сердце

72-76 ударов в минуту делает сердце в спокойном состоянии

115-120 ударов в минуту - максимум при долговременной работе

180 ударов в минуту - верхняя допустимая граница для здорового человека

150-200 ударов при тяжелой работе.

#### *Температура*

43-44 С - смертельная температура

42 С - критическая, потеря сознания

36-37 С - нормальная температура для 90 % людей

34 С - замедление процессов в мозге

30 С - критическая, потеря сознания

27-25 С - смертельная, кровообращение останавливается

### **Изменение физиологических показателей работающего человека**

	Оптимал	Допустимое	Недопустимое
Увеличение частоты сердцебиений по отношению к норме	4-16	17-28	Более 28
Изменение кровяного давления, мм.рт. ст			
Верхнего	До 15	15-30	Более 30
Нижнего	До 10	10-15	Более 15
Изменение частоты дыхания	12-18	19-30	Более 30

#### *Потоотделение*

Выделение пота максимальное за смену: у мужчин – 1900 на 1 кв. м поверхности тела.

У женщин – 1260 гр.

#### *Зрительное восприятие*

2,5 мкм - минимальный размер, видимый человеком

10000-25000 цветных оттенков может различать человек

200 градаций серых оттенков различает глаз между белым и черным



5 % мужчин и 0,6 % женщин частично являются дальтониками  
1% мужчин и 0,1 % женщин не отличают красный и зеленый цвет

## **Практическое занятие 7.** **Антропометрические характеристики человека**

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие «Антропометрии».
2. История возникновения и задачи.
- 3 Виды размеров (статические и динамические, габаритные и отдельных частей тела и пр.).
- 4 Основные размеры тела мужчины и женщины, принятые для эргономических расчетов.

### **Теоретический материал**

«Человек есть мера всех вещей»  
(Слова на стенах Дельфийского храма)

Промышленная **антропометрия** (греч. anthropos - человек, metreo - меряю) - составная часть **антропологии** (науки о происхождении и эволюции человека); статистическая часть антропологии, изучает взаимосвязи в системе человек — машина — рабочее место, влияние размеров человеческого тела, отдельных индивидов и групп населения на эффективность труда. Антропометрия располагает сведениями о размерах человеческой фигуры определенной группы населения (работники промышленности, сельского хозяйства, молодежь, летчики и т.д.), ее данные используются при разработке сидений рабочих мест, рукояток инструментов, размещении индикаторных устройств с учетом анатомического строения, физиологических возможностей человека, что создает условия для максимальной эффективности труда, повышения качества, безопасности работы и снижения травматизма.

Хиротехника (толщина ручки).

Человек является «мерой всех вещей», основным критерием качества промышленных изделий и основой их надежного функционирования.

На долю эргономики выпадает роль представления человеческого фактора в сфере проектирования предметной среды.

Изделие, изготовленное в соответствии с размерами тела человека, имеет сильное психологическое влияние на его ощущение и поведение. Где желательны комфорт и ощущение уверенности, масштабность должна быть очевидной. Масштабность — соответствие человеку.

Антропометрия – разработана в 19 веке Адольфом Кетле. Способ измерения частей тела с целью идентификации преступников. Антропометрия применялась еще до дактилоскопии.

**История.** Первобытные люди изготавливали орудия труда так, чтобы они соответствовали его анатомическим особенностям.

Еще в древности заметили, что размеры тела неустойчивы. Но выражали их не в абсолютных, а в относительных единицах, т.е. в пропорциях. Художники и зодчие стремились канонизировать такие пропорции человеческого тела, которые соответствовали их представлениям о красоте («золотое сечение» - 0,618).

Поликлет (скульптор Древней Греции – 2-я половина 5 века до н.э.) за единицу измерения принимал ширину ладони. Голова – 1/8 длины тела, лицо – 1/10.

Витрувий (римский зодчий 2-й половины 1 в. до н.э. ) – расстояние от верхушки

головы до сосков –  $\frac{1}{4}$  длины тела, размах рук равен высоте фигуры.

Леонардо да Винчи (1452-1519): вписал фигуру в круг, центр которой – пупок.

В действительности в канонах не учитывались разнообразия пропорций. Так, канону Поликлета (высота головы составляет  $\frac{1}{8}$  длины тела) соответствует 18,41 %, а канону древних, согласно которому размах рук равен длине тела - 5,4 % людей.

Пропорции определяются полом, расой, возрастом, местом жительства (российские самолеты во вьетнамской войне).

Наибольшие различия антропометрические признаки имеют: в зависимости от пола, затем от национального различия, затем от возрастных и профессиональных признаков. Половые различия существенны и составляют 5-7 %. Женщины в среднем на 10-12 см ниже мужчин той же национальности. Длина ноги и руки меньше на 6-7 см, корпуса – на 4-5 см. В положении сидя половые, а также возрастные и этнические различия сближаются или исчезают (по данным некоторых источников).

Терминология антропометрии разрабатывается на основе Международной анатомической номенклатуры (Парижской анатомической номенклатуры).

Антропометрические размеры подразделяют на классические и эргономические.:

**Классические** антропометрические признаки – широко используемые для сравнительной морфологической характеристики различных групп населения.

**Эргономические** (производственные, прикладные) – используются в конструировании. Подразделяют на:

- **статические**. Определяются при неизменяющемся положении тела. Делятся на размеры отдельных частей тела и габаритные (учитываются при определении минимальных размеров проходов, проездов, люков);
- **динамические**. Измеряются при перемещении тела в пространстве, характеризуются угловыми и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, линейные изменения длины руки при перемещении вверх и в сторону и др.).

Также различают среди эргономических:

А) **габаритные** (основные);

Б) **размеры отдельных звеньев тела**:

- линейные (продольные – длина тела, корпуса, ноги, а также высота точек над полом и над сиденьем в положении стоя и сидя; поперечные - их называют поперечными диаметрами – название условное; передне-задние);

- периметровые (обхватные) – они криволинейные или дуговые – характеризуют развитие мягких тканей, мышц;

- угловые.

**Производные (парциальные)** – размеры отдельных частей тела, полученные не путем измерения, а путем вычитания одних из других (это относится к линейным размерам).

Антропометрические измерения проводят по **характерным точкам**. Для достоверности группа людей должна быть не менее 300 человек. В России данные представляются институтом антропометрии Московского университета и др. институтами.

Франция по заказу швейных предприятий проводит антропометрические исследования каждые 15 лет и тратит на это более 1 млн. евро.

Испытуемый при измерении тела обнажен и находится в неподвижном положении, принимая определенную заданную позу. **Базами отсчета** служат: вертикальная плоскость стенки специального стенда, горизонтальные плоскости пола и сиденья, спинка сиденья и др. Измеряются до 102 величин. Однако по данным ВНИИТЭ для проектирования

промышленных изделий достаточно иметь около 50 таких цифровых значений.

### Распределение Гаусса для роста человека.

#### Понятие перцентиля.

Распределение размеров подчиняется **нормальному закону**. В таблицах приводят среднее арифметическое значение признака  $M$ , среднее квадратичное отклонение. **Перцентиль** - сотая доля измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака. Площадь, ограниченная кривой нормального распределения делится на 100 равных частей или перцентилей, каждый из которых имеет свой порядковый номер. Так, 5-й перцентиль ограничивает слева на кривой 5% численности людей с наименьшими значениями признака. 50-й соответствует среднему арифметическому значению.

Рабочее место, спроектированное с учетом размеров мужской фигуры, будет пригодно для 95 % мужчин, занятых в промышленности, (например, для роста от 163 до 187 см), и не будет удовлетворять 5 % мужчин. Дальнейшее расширение границ нецелесообразно с экономической точки зрения.

В некоторых случаях при проектировании рабочего места следует учитывать минимальный и максимальный рост человека; учитывать рабочие движения человека на рабочем месте, пространство для его естественных физических движений, досягаемость конечностей и т.д.

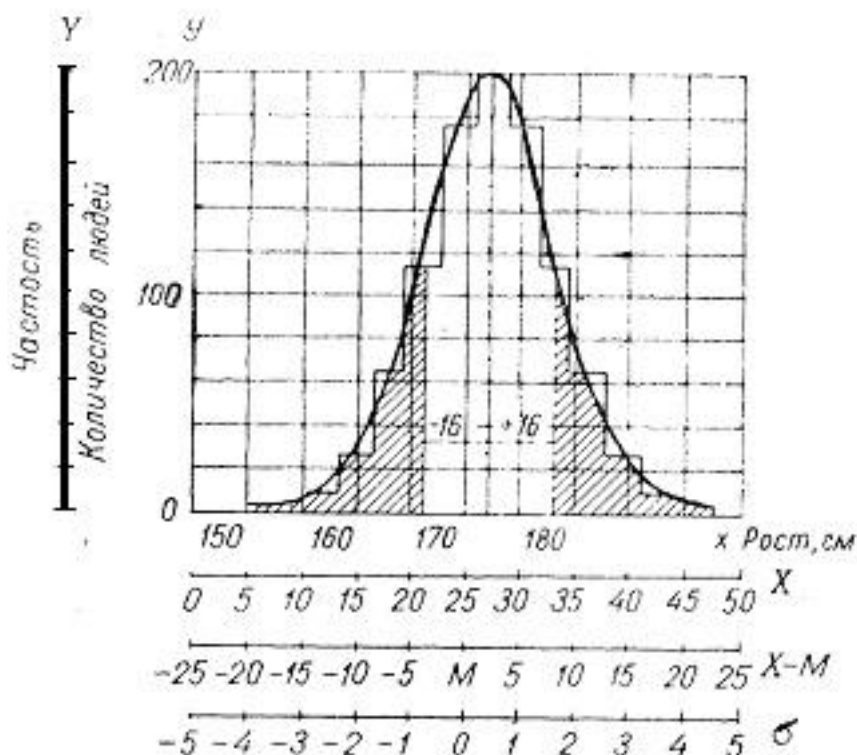


Рис. 7.1.

#### Акселерация и децелерация

Рост не оставался стабильным и в 20 веке.

В 1920 г. средний рост мужчин в России - 1650 мм, в 1964 г. - 1680 мм.

В 1935 г. рост 13-летних девочек был 1456 мм, в 60-е гг. - 1548 мм.

В 1935 г. рост 14-летних мальчиков - 1523 мм, в 60-е гг. – 1600 мм.

У людей молодого поколения имеет тенденция к увеличению продольных размеров тела, у людей старшего возраста - поперечных и обхватных.

### Новые исследования в России

Лаборатория типологии, моделирования и конструирования одежды Центральный НИИ швейной промышленности провел измерение москвичей. За три года (2000-2001 гг.) измерили 13 тыс. чел.

#### Размеры в см

	Мужчины		Женщины	
	1975 г.	2003 г.	1975 г.	2003 г.
Рост до 29 лет	170	182	162	166
30-44 года	170	176	158	162
Старше 45 лет	170	170	156	160
Обхват груди для 48 размера			97,4	97,9
Обхват талии для 48 размера			81	78,6
Обхват бедер с выступом живота для 48 размера			108,2	105,9
Длина ноги по внутреннее поверхности для 48 размера			71,1	75,8

Рост девушек 18-19 лет: 166 см.

20-29 лет: 164 см.

**Дети.** Детей измеряли в 1981 г., когда заменили школьную форму.

Неправильная одежда, особенно для детей, может привести к деформации внутренних органов.

#### Рост москвичей в см

Возраст человека	Мальчики		Дети	
	1981 г.	2003 г.	1981 г.	2003 г.
3-6 лет	106	110	101	105
7-11 лет	132	137	132	137
15-18 лет	173	178	164	166

Таблица 7.1.

#### Антропометрические данные (в см) по Шмиту

На рис. 2.1.	Наименование размера	Мужчины				Женщины			
		m-2s	m	m+2s	%	m-2s	m	m+2s	%
А	Высота фигуры стоя (без обуви)	163	175	187	100	153	165	177	100

B	Высота уровня глаз стоящего	153	164	176	94	143	15 4	165	93
C	Высота плеч стоящего	134	144	154	82	124	13 4	144	81
D	Высота локтя над полом стоящего	101	108	116	62	95	10 3	110	62
E	Высота колена стоящего	47	51	54	29	46	49	53	30
F	Размах рук	173	186	198	10 6	153	16 5	177	10 0
G	Расстояние от кончика пальцев вытянутой руки до спины	80	86	92	49	66	71	76	43
H	Длина предплечья и кисти согнутой руки	44	48	51	27	40	43	46	26
I	Ширина плеч	42	46	49	26	37	40	42	24
K	Толщина туловища	21	23	24	13	23	25	27	15
L	Ширина бедра	29	32	34	18	32	34	37	21
M	Высота головы над сиденьем	83	90	95	51	78	84	90	51
N	Уровень глаз над сиденьем	73	79	84	45	68	73	78	44
O	Высота плеч над сиденьем	55	60	63	34	50	54	58	33
P	Высота локтя над сиденьем	21	23	24	13	20	21, 5	23	13
R	Расстояние от колена сидящего человека до ягодиц	57	61	65	35	52	56	60	34
S	Длина сиденья (нижней части бедра)	44	48	51	27	43	46	49	28
T	Высота сиденья над полом	42	45	49	26	40	43	46	25
U	Высота бедра сидящего человека	12	13	14	7,5	13	14	15	8,5
V	Длина стопы	25	27	29	15, 5	23	25	27	15
X	Ширина стопы	9,5	10	10, 5	5,7	8,5	9	9,5	5,5
Y	Длина кисти	18	19	21	11	16	17, 5	18,5	10, 5
Z	Ширина кисти	9	9,5	10, 5	5,5	7,5	8	8,5	4,8
	Вертикальная досягаемость руки		208						
	Высота каблука		2,5				4		

Таблица 7.2

**Антропометрические данные по Рунге (в мм)**

Наименование размера	Юноши (18-21 год)	Девушки (18-21 год)
Рост	1723	1595
Длина руки	769	700
Длина ноги	933	854
Длина стопы	267	240
Высота над полом глаз	1597	1478

плеча	1428	1318
локтя	1074	1001
Передняя досягаемость руки	842	771
Наибольший поперечный диаметр тела	496	467
Передне-задний диаметр тела	256	260
Высота над сиденьем верхушечной точки	905	856
плеча	560	566
глаз	731	734
локтя	229	222
бедра	150	147
Высота сидя над полом максимальная	1359	1270
Колено над полом	565	520
Наибольшая ширина таза с учетом мягких тканей	364	392

Таблица 7.3

**Средний рост мужчин в различных странах (в см) (данные 1980 г.)**

Шотландия	179	Польша	170
США, Швеция, Новая Зеландия	178	СССР (в 1973 г.)	169
Канада, Южная Африка	177	Италия	166
Франция, Германия, Чехословакия	175	Испания, Венгрия	163
Англия	174	Япония	162

При проектировании рукояток инструментов, ручек используют размеры кисти человека.

Макс длина кисти у мужчин 21 см, у женщин 20,5 см.

Мин длина кисти у мужчин 17 см, у женщин 15, 9 см.

Длина большого пальца - 7, 8 см, ширина - 2, 4 см

Длина среднего пальца - 9,6 см, ширина - 2,1 см.

При разработке ножных органов управления используют пропорции ноги.

Размеры ступни: длина - min 23см, max 29 см; ширина - min 7,8 см, max 10,5 см.

**Практическое занятие 8.**

**Рабочее место. Положение тела во время работы**

Вопросы для обсуждения:

1. Рабочее место.
2. Положение тела во время работы.
- 3 Требования к рабочему месту.
- 4 Размеры рабочего места.
- 5 Виды пространств (зон) на рабочем месте.

**Теоретический материал**

ГОСТ 21034-75, ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.

Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя.

ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора.

ГОСТ 21998 –76. (Основные размеры рабочего стола).

ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления.

ГОСТ 22613...22615-77, 21752-76, 21753-76. Выключатели и пр.

**Рабочее место** - часть пространства, в котором человек преимущественно осуществляет трудовую деятельность и проводит большую часть рабочего времени.

Необходимо располагать не только антропометрическими данными человеческого тела, но и знать все, что связано с функциональными особенностями (рабочая зона станка предполагает определенное мышечное напряжение), психическими возможностями в процессе труда и структурой рабочей зоны.

Обеспечение удобства во время работы связано с обеспечением оптимальных условий восприятия, а именно:

- зрительного, т. е. создание наиболее благоприятных условий с точки зрения видимости, освещения и цветового решения;
- звукового, т. е. создание наиболее благоприятных акустических условий и устранение постороннего шума;
- тактильного, т. е. создание самых удобных форм и фактуры поверхностей, с которыми соприкасается человек.

### **Требования, предъявляемые к рабочему месту**

Должно отвечать условиям оптимального:

- обзора, т.е. оптимальных условий зрительной работы, что обеспечивает быструю и легкую зрительную ориентацию, хороший обзор во всех направлениях (например, в кабине подъемного крана), приемлемое расстояние до объекта наблюдения;
- удобства, т.е. размеры должны отвечать анатомическому строению человека и особенностям его трудовой деятельности, обеспечивать удобную рабочую позу, свободные рабочие движения и перемещения тела и конечностей при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;
- оснащения, т. е. содержать удобно размещенные для работающего человека средства отображения информации и органы управления,
- гигиены, т.е. обеспечить оптимальное освещение и условия видимости, оптимальные акустические и микроклиматические условия, защиту от вредных воздействий излучения и вибрации, возможность поддержания чистоты и порядка;
- безопасности технического обслуживания;
- эстетики, т.е. художественное решение (по форме и цвету) должно вызывать положительные эстетические эмоции и приятные эстетические чувства.
- наличие необходимых инструкций и предупредительных знаков, предостерегающих об опасности.

**Организация рабочего места.** При организации рабочего места учитывается:

#### **Функция и конструкция**

а) характер работы. Рабочие места (стационарные или подвижные) различаются по оформлению и организации;

б) вид продукции, визуальные и климатические условия — с ними связаны мероприятия против вредных веществ, также и по обеспечению высокой производительности человеческого труда;

в) манипулирование и частота движений на рабочем месте с целью обеспечения удобства движений, в т.ч. манипулирование с материалом, инструментом, органами управления;

г) оснащение рабочего места и качество этого оснащения (средства труда и оборудование); размещение органов управления, приспособлений, их размеры.

д) размеры, форма, положение и ориентация рабочего места (освещение, коммуникации). Параметры рабочей зоны, позволяющие выполнять необходимые движения.

**Размеры рабочего места** должны удовлетворять требованиям: безопасности, гигиены труда и удобства выполнения рабочих операций.

Соблюдать соотношения (размеры):

- размер орудия труда должен отвечать размерам тела и рук, при определении площади помещения учитывают рост человека, вид работы, рабочее положение (сидя, стоя), обеспечение условий зрительной работы (различения деталей);

- высота поверхности сиденья должна быть нормальной или несколько завышенной;

- предусмотреть зону для манипулирования рук и размещения ног (опоры для ног);

- при размещении органов управления обеспечить оптимальную зону досягаемости, возможность легкого и удобного манипулирования и управления.

- учитываются особенности женской фигуры.

- с целью расширения контингента работающих – возможность изменения рабочего места по некоторым параметрам (поднять или опустить сиденье, регулировать высоту рабочей площади).

Сужение границ рабочей зоны не должно приводить к увеличению статической работы.

Под наименьшим пространством, обеспечивающим работоспособность человека, принимается пространство цилиндра радиусом 0,5 м, которое достаточно, чтобы человек мог повернуться на 360°, не коснувшись окружающих его предметов. В некоторых исключительных случаях исходят из расчета 6 человек/м<sup>2</sup>.

*Пример 1:* Для одного работника у станка требуемая оптимальная площадь составляет 4 м<sup>2</sup> (мин. 2 м<sup>2</sup>), оптимальный объем 13—15 м<sup>3</sup> (мин. 10 м<sup>3</sup>).

В административном помещении рекомендуемая минимальная площадь на одного работника - 5 м<sup>2</sup> (в т.ч. 2 м<sup>2</sup> - свободной), объем 15 м<sup>3</sup>, минимальная высота 3 м. В конструкторском бюро минимальная площадь на одного работника - 6 м<sup>2</sup> (без чертежной доски) и 8 м<sup>2</sup> (с чертежной доской), объем 20 м<sup>3</sup>, минимальная высота 3 м, расставлять столы друг за другом или друг против друга с точки зрения психологии не рекомендуется.

**Особенности деятельности человека.** Проводят анализ:

а) антропометрических данных о размерах человеческого тела (минимальные, средние и максимальные), размерах человеческого тела в статической и динамической обстановке; Уровень глаз – важнейший расчетный параметр: стоя – 160-164 см при росте 175 см. Сидя – 80 см над сиденьем при высоте 45 см. Строятся «поле обзора» и совмещаемое с ним «моторное» в трех проекциях: по ширине, глубине, высоте.

б) оптимального рабочего положения (сидя, стоя – более естественное, но утомительное, попеременно). Работа лежа увеличивает напряжение человека, допускается в исключительных случаях.

в) необходимую зону подвижности тела и конечностей;

г) потребностей человека (физиологические, психологические – не рекомендуется ставить в КБ столы напротив друг друга или друг за другом, гигиенические), необходимость оптимальных микроклиматических условий и коммуникаций, освещение, акустические условия;

д) личного оснащения человека (рабочая одежда, средства индивидуальной защиты); воздействие опасных и вредных производственных факторов.

е) досягаемости и частоты движений на рабочем месте (обеспечение удобства движений);

ж) популяций (мужчина, женщина, подросток), количества работающих на рабочем месте.



- з) режима труда и отдыха;
- и) зрительных, слуховых и др. связей между рабочим и оборудованием, а также людьми, выполняющими одно задание.

### **Экономичность**

Это ограничения, обусловленные экономическими расчетами, технологичностью, рациональностью, эффективностью использования площади, ограничением потребления материала.

Различные рабочие места предъявляют к человеку различные физические и психические требования, у людей неодинаковые анатомические, физические и психические предпосылки для выполнения одного и того же рабочего задания. При проектировании учитывают, в каких случаях можно исходить из общепринятых принципов проектирования рабочего места, а когда учитывать индивидуальные особенности человека. Проектировщик должен детально знать деятельность, которая будет выполняться на данном рабочем месте.

При организации рабочего места (стационарного, подвижного или пульта управления) следует взять за основу зону, которая обеспечивала бы наиболее естественную и удобную позу тела (стоя, сидя или попеременно), снижение утомления, физиологическую рационализацию рабочих движений, чтобы не вызывать чрезмерной психической или физической нагрузки (иначе - возможно возникновение различных патологических изменений в позвоночнике, ногах).

### **Виды пространств (зон) на рабочем месте**

- досягаемая зона, т.е. часть пространства, которая ограничена крайними точками вытянутых верхних и нижних конечностей при неизменном положении тела, иногда при наклоненном в разные стороны туловище. Данное пространство имеет значение для безопасности труда (досягаемость опасных зон, элементов);

- функциональная зона - часть досягаемой зоны, где конечности могут выполнять физиологически естественные рабочие движения в устойчивой рабочей позе;

- оптимальная зона - часть функциональной зоны, в которой конечности способны продолжительное время совершать естественные рабочие движения с оптимальным эффектом, т. е. с наибольшими точностью, быстротой, усилием, безопасностью и с наименьшим утомлением. Если орган управления используется 2 и более раз в минуту.

### **Размещение элементов и материалов**

Органы управления, орудия труда, инструменты, инструкции, личные вещи размещаются так, чтобы человек мог эффективно работать. Ничто не должно затруднять выполнения операций или их удлинять, ухудшать обзор, санитарно-гигиенические условия.

*Пример:* оптимальная зона расположения органов управления: пространство в пределах 1200 мм по фронту, ограниченное по высотам уровнями локтя и плеча. Для положения стоя: 1070...1440мм, для индикаторов: 1200...1640; при положении сидя: 690...1060 над полом.

Рабочая поверхность (чаще горизонтальная). Ее высота строго нормируемый эргономический показатель: от 650 ...1150 мм. Иногда – легкий наклон столешницы.

### **Порядок проектирования и эргономического размещения рабочего места**

1) определение современного состояния вопроса — собрать спецификации и информацию, определить технические и эргономические данные, собрать в максимальном объеме информацию о техническом оборудовании в целом, его отдельных составных частях; изучить операции при нормальных условиях работы и в аварийных ситуациях, знать все операции, выполняемые человеком; частоты использования отдельных элементов;

- 2) проанализировать, какие операции следует поручить человеку и какие машине (оборудованию).
- 3) установка уровня трудовой нагрузки на человека (физической, умственной, сенсорной с учетом того, кто выполняет - мужчина, женщина, подросток);
- 4) определение рабочего положения (стоя, сидя), характера рабочих движений;
- 5) разработка нового предложения;
- 6) определение основных эргономических параметров;
- 7) подготовка чертежа рабочего места во всех проекциях, схемы соматографического изображения фигуры с размерами человеческого тела в статике и динамике в различных рабочих положениях;
- 8) определение соотношения размеров «человек—система (иногда органы управления) — рабочее место», проверка зон досягаемости, условий зрительного восприятия и т. д.;
- 9) изготовление модели из жести, гипса, бумаги и т. д. в приемлемом масштабе, например 1 : 10, или выполнение макета 1:1,
- 10) использование проектной и конструкторской документации, уточнение эргономических параметров в КБ и на производстве.

### **Практическое занятие 9.**

#### **Метод соматографии при решении рабочего места**

Вопросы для обсуждения:

1. Соматография
2. Использование метода соматографии при проектировании интерьеров

#### **Теоретический материал**

Соматография — это метод схематического изображения человеческого тела в технической или иной документации в связи с проблемой выбора соотношений между пропорциями человеческой фигуры, формой и размерами рабочего места. Можно изобразить человеческую фигуру в различных рабочих и физиологически удобных положениях тела.

Суть метода: в проектных анализах фигуру человека трактуют как плоскую шарнирную рычажно-механическую систему, незамкнутую кинематическую цепь из звеньев, вращающихся с определенными степенями свободы углового перемещения. Костно-мышечная система тела рассматривается как система рычагов, в которых оси вращения совмещены с шарнирными связями звеньев.

Соматография предусматривает масштабное выполнение изображений в трех проекциях с использованием приемов черчения, а также возможность изготовления и применения соответствующих моделей-шаблонов.

Методом соматографии можно вычертить человеческую фигуру в масштабах 1:10, 1:5, 1:2 ( по др. данным – 1: 2,5. В США еще и 1:16).

Соматографический метод позволяет точно моделировать статику и динамику оператора, формируемое им сенсомоторное пространство как сферу взаимодействия с машиной, ограниченную полем обзора и пределом досягаемости конечностей.

Конструируются в твердом листовом материале – картоне, фанере, прозрачной пластмассе толщиной 1...3 мм. Шарнирные соединения звеньев выполняются на заклепках, винтах.

Достаточно полно анализ проводится при проекциях: вид сбоку, сверху, спереди (или сзади). Чаще - профильная (медианная).

Модели м.б. выполнены с учетом спец. одежды.

Соматотипия – методика количественной классификации различных типов тела. Предусматривает условно-цифровое кодирование типов сложения (соматипов), исходя из

характерных роста и веса, округлости или угловатости форм, типа развития мускулатуры, узкого или широкого лица, формы головы и др.

Соматоскопия – метод, позволяющий описать и фиксировать типы сложения, пропорции тела человека.

Соматометрия – метод измерения тела и его частей, определения веса и силы мышц человека.

### **Практическое занятие 10.**

#### **Рабочее положение**

Вопросы для обсуждения:

1. Рабочее положение.
2. Проектирование оптимального рабочего положения.
3. Работа в положении стоя.

#### **Теоретический материал**

**Рабочее положение** – координированное положение туловища, головы, рук, ног водителя относительно органов управления. Она зависит от размеров рабочего места (пульта), от расстояния, отделяющего пульт от водителя, усилий, прилагаемых к органам управления, точности работы, степени внимания, объема и типа движений и напряжения зрения. При работе сидя угол наклона вперед не должен превышать 10-15°.

Правильное положение тела во время работы, т.е. такое, при котором достигается малая утомляемость, положительно влияет на состояние здоровья, качество работы и повышение производительности труда. Удобства при работе сидя обуславливаются уменьшением нагрузки на мышцы спины, равномерным распределением веса тела по поверхности сиденья, удобным размещением и изменением положения ног, что уменьшает напряжение мышц нижней части бедра.

Необходимо предусмотреть возможность изменения рабочего положения тела, рук и ног.

Положение тела зависит от:

- рабочего места, его размеров, компоновки органов управления и индикации, обзора;
- от физической нагрузки;
- от размещения предметов на рабочем месте (инструментов, приспособлений);
- от высоты рабочей поверхности.

Следует свести к минимуму следующие неудобные положения тела:

- неподвижное положение стоя (особенно у женщин);
- частое наклонное положение с углом наклона спины более 15°;
- опора на одну ногу;
- вытянутые вперед или разведенные в сторону руки в течение продолжительного времени.

#### **Работа стоя**

Рекомендуется при усилиях более 10 кг

Станочники, сборщики автомобилей, полиграфисты, продавцы, грузчики, почтальоны, хирурги.

При работе стоя под ноги следует подстилать мягкую, пружинистую подстилку. Не рекомендуется долго стоять на каменном и цементном полу, металлических щитах.

Тяжелую физическую работу следует выполнять стоя, точную – сидя. Предусмотреть возможность изменения положения тела и перерыв на отдых в положении сидя. При работе

стоя нельзя долго находиться в одном и том же положении, необходимо предусмотреть возможность изменения положений тела и перерывов на отдых в положении сидя. Необходимо обеспечить устойчивость позы.

Рабочее положение стоя целесообразно, когда необходимо часто менять положение тела, использовать динамическую силу рук, обеспечивать широкую зону досягаемости, сохранять работоспособное состояние при монотонном психическом напряжении.

Если необходимо перемещать орган управления с большими усилиями и на большие расстояния.

Недостатки:

- трудно выполнять точную и тонкую работу;
- трудно переключать педали;
- большая нагрузка на организм человека ( варикозные вены).

### **Практическое занятие 11.**

#### **Работа стоя, связанная с передвижением**

Вопросы для обсуждения:

1. Работа в положении стоя, связанная с передвижением.
2. Ступени.
3. Размеры ступеней.
4. Отделочные материалы для напольных покрытий.

#### **Теоретический материал**

Учитывать трение с опорной поверхностью.

Опорно-двигательный аппарат человека поглощает миллионы ударов, источником которых служит шаг. Демпфирующие свойства стопы очень важны. Плоскостопие ухудшает демпфирование.

**Обувь.** Обувь с хорошими демпфирующими свойствами снижает ударные нагрузки на тело, что важно при жестком покрытии. Анализ показал, что из материалов, используемых для производства подошв, меньше всего демпфирует динамические воздействия кожа, лучше – пористая резина и вспененный полиуретан. Применение на каблуках металлических подковок ухудшает поглощающие свойства обуви. Полезна закругленная грань каблука (за счет амортизации перекатом).

На распределение нагрузки на участки стопы влияет:

- высота каблука. Распределение парциальных нагрузок в здоровой стопе: 56% задний отдел, 44% - передний. При высоте каблука до 50 мм не сопровождается существенными изменениями. Более 50 мм – перегружается передняя часть стопы, т.к. вес человека теперь падает не на пятку; уменьшается длина шага, угол разворота стоп; увеличивается ударная нагрузка на межпозвоночные диски, особенно при спуске по лестнице (в 2-3 раза по сравнению с горизонтальной поверхностью), что приводит к искривлению поясничного отдела позвоночника.

Наименьшая активность икроножной и передней большеберцовой мышц зарегистрирована при каблуке 20-40 мм;

- опорная жесткость обуви. Это способность низа обуви приформовываться к стопе (на ношенной обуви – углубления под пяткой, пальцами, т.е. создается индивидуальное «ложе» для стопы).

- на комфортность влияет вес обуви.

#### **Ступени**

Для лестниц опт. угол наклона 30°, для стремянок 75°.

В 1672 г. Франсуа Блондель, директор Королевской Академии архитектуры в Париже рекомендовал соотношение высоты и ширины ступенек:

$$2a+b=610 \text{ мм,}$$

$a$  – высота,

$b$  – ширина ступенек, 610 – две длины стоп.

По современным расчетам – 630 мм. Расчет проводился следующим образом: средняя длина шага равна утроенной длине стопы: у мужчин 741, у женщин 634 мм. Придерживаясь показателя для женщин, получаем

$2a+b=600\dots 660$  мм. Этот размер отражен в руководствах по строительству и нормативных актах.

Ширина ступенек должна быть больше длины стопы, что особенно важно при спуске высоких людей, т.е. более 280-300 мм.

Высота ступенек не должна превышать половины шага, т.е. 310 мм.

По затратам энергии самая экономичная ходьба: высота ступенек 170 мм, ширина 290 мм, угол наклона – 30 град. Но такая лестница занимает много места.

Для стремянок ширина 40-45 см, оптимальный диаметр ступени 3 см, оптим. расстояние между ступенями 30 см, максим. высота 9 м.

Правильное освещение лестниц: со стороны (слева, справа), чтобы не было ослепления. Чтобы ступени не создавали тень.

Рекомендуемый по расчетам угол установки лестницы 70 град.

При недостатке места (на транспорте) применяют крутые лестницы (трапы). Превышение их крутизны свыше 79% создает опасные условия, т.к. центр масс человека не проходит через опору и удержать равновесие можно только за счет хвата руками за лестницу или перила.

## **Практическое занятие 12.**

### **Работа сидя**

Вопросы для обсуждения:

1. Работа сидя.
2. Рабочее сиденье.
3. Особенности рабочего места, оснащенного компьютером.

\

### **Теоретический материал**

Рекомендуется при усилиях до 5 кг

Анализ показал, что целесообразнее сидеть во время работы:

- лучше выполняется точная и тонкая работа;
- меньше сил требуется на удержание тела;
- меньше нагрузка на ноги;

- легче перемещать ноги при управлении педалями.

Тело лучше защищено от вибраций, толчков, качки. Требуется на 10% меньше расхода энергии, чем работа стоя. Можно работать обеими ногами одновременно. Выполнять тяжелую работу ногами. Дольше, чем стоя.

Недостатки работы сидя:

- ограничена возможность менять положение тела; необходимо менять рабочее положение, чтобы нагрузка приходилась на разные группы мышц;
- ограничена возможность тяжелой физической работы;
- искривление позвоночника, ослабление мышц брюшного пресса.

Неудобное положение тела и физическая усталость при работе за столами возникает оттого, что поверхность стола расположена горизонтально по отношению к полу. Поэтому при работе сидя часто наклоняют голову, т.е. напрягается группа шейных мышц.

Рекомендуется угол наклона поверхности стола  $16^{\circ}$ .

Угол наклона головы не должен длительное время превышать  $25-30^{\circ}$ , ВС;  $>28^{\circ}$  –  $20^{\circ}$ .

### Рабочее сидение

**Спинка** должна соответствовать естественному наклону позвоночника сидящего человека. Поддержка позвоночного столба на уровне поясницы за счет выступа спинки восстанавливает естественный поясничный лордоз и снижает давление в межпозвоночных дисках. Поддержка на уровне груди и лопаток вызывает кифоз.

В наибольшей степени на давление в межпозвоночных дисках влияет конструкция спинки:

- точная высота выступа спинки не имеет существенного значения, если она находится на уровне поясничной области (с 1 по 5 позвонков); т.е. спинка стула должна подпирать спину на уровне 2-5 позвонков.

- общий наклон кресла (сиденья и спинки) назад слабо снижает внутридисковое давление;

- увеличение угла наклона спинки снижает внутридисковое давление.

Без спинки - утомление мышц спины.

Оптимальный угол наклона спинки назад  $100-115^{\circ}$ .

Ширина спинки – 30-40 см.

При выборе **сиденья** принимают во внимание не только анатомию человека, но и динамику его рабочих движений.

Поверхность сиденья наклонена назад на  $3-5^{\circ}$  град.

Закругление переднего края сиденья (3 см), отсутствие давления на нижние части бедер человека и препятствие кровообращению.

Рекомендуется вогнутая форма сиденья радиусом 85 см.

Высота сиденья не должна превышать высоты колена (для женщин - 39-40 см), для мужчин - 41-45 см), глубина сиденья должна быть меньше 35-45 см.

Следует обеспечить:

- возможность изменение положения тела;

- регулировку высоты сиденья 37-52 см и спинки стула 65-75 см;

Высота **подлокотников** – не превышать 23 см над сиденьем. Минимальная длина подлокотников 45, оптим. 48 см. подлокотники должны также обеспечить опору при вставании, поэтому не должны быть круглыми. Ширина подлокотников – 4-7 см.

Для **удобного размещения ног** необходимо определенное пространство, что влияет на качество труда. Наиболее удобное положение достигается при разнице высот поверхностей стола и сиденья в 27-29 см.

Глубина пространства для ног – оптимальная 650 мм, минимальная – 450 мм. Ширина – не менее 500 мм, оптимальная 630 мм.

Высота плеч над сиденьем – 60 см. Уровень глаз над сиденьем – 79 см.

Требования к сиденью:

- приспособлено для обогрева,

- не раздражать кожи человека,

- легко мыться и чиститься;

- обивка должна быть нескользкой, нетоксичной, воздухопроницаемой, водоотталкивающей.

- быть эстетичным;

- на транспорте - прорезиненным для амортизации ударов.

- обеспечить правильную и удобную позу, отсутствие болезненных ощущений;

- возможность регулировки высоты, угла наклона спинки.

## Работа за компьютером

Основные повреждающие здоровье факторы при работе за компьютером:

- Длительная гиподинамия.
- Нефизиологическое положение различных частей тела. Физиологическое положение – эмбриональное (легко испытать, если расслабиться в соленой воде).

Для спины и шеи физиологичное – когда явно выражены поясничные и шейные изгибы позвоночника.

- Длительно повторяющиеся однообразные движения.
- Световое, электромагнитное и др. излучение монитора.
- Долгое пребывание в непроветриваемом помещении.

Надо установить кондиционер для борьбы с пылью и жарой. Чтобы не было бликов от солнца – жалюзи. Пол с использованием синтетических материалов накапливает статическое электричество.

*Кресла* д.б. оснащены колесами, физиологичной спинкой и регулировкой высоты.

Оптимальный угол наклона *клавиатуры* – 15 град.

Эргономичная клавиатура – разворот 2-х блоков относительно друг друга и «горб». Запястья перестанут уставать.

Опт. угол наклона плоскости экрана монитора по отношению к вертикали – 18 град.

### **Практическое занятие 13.** **Рабочие движения. Физическое напряжение**

Вопросы для обсуждения:

1. Рабочие движения
2. Пространственные характеристики движений

### **Теоретический материал**

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:***

1. Правило симметричности. Одновременные движения рук должны быть симметричными и совершаться в противоположном направлении.
2. Правило одновременности движения. Обе руки должны закончить работу одновременно.
3. Правило естественности – движения должны завершаться в положении, удобном для начала следующего движения. Предыдущее и последующее движения д.б. плавно связаны.
4. Правило ритмичности. Движения должны быть простыми и ритмичными. Ритм свободный, а не обусловлен работой машины.
5. Движения должны выполняться в пределах поля зрения и быть связаны со зрительной информацией.
6. Прямолинейные движения неудобны.
7. Непрерывные криволинейные быстрее одиночных с внезапным изменением

направления.

8. Горизонтальные быстрее и точнее вертикальных.
9. Движения менее утомительны, если совершаются в направлении земного притяжения.
10. Инерцию следует использовать всюду, где она помогает работнику в движении.
11. Движения «к телу» быстрее, чем «от тела», но «от тела» точнее.
12. Скорость для правой руки «слева – направо» больше, чем «справа – налево».
13. Динамическая работа рук протекает более координировано в положении стоя.
14. Точные движения лучше выполняются сидя, чем стоя.
15. Движения, выполняемые одной рукой, совершаются точно и быстро под углом 60° к направлению прямо вперед.
16. Движения, выполняемые обеими руками одновременно, совершаются быстрее под углом 30°, точнее в направлении прямо.

**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 °.

Основная скоростная характеристика операции включения: время двигательной реакции:

$$\tau_{\text{дв}} \approx 0,07 + 0,074 T_p,$$

где  $T_p$  – комплексный индекс трудности.

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 75-110	60 32-80	27 15-40	60 52-79	-	-
Предплечье	140 126-150	-	-	-	99	91
Плечо	179 164-191	55 40-71	124 113-154	-	-	35 30-40
Лопатка	-	-	15-20	30-40	-	-
Бедро	98 63-119	48 26-70	70 39-98	-	61 39-80	37 24-48
Голень	127 118-136	-	-	-	20-40	40-60
Стопа	28 18-43	37 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°.

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

Точность попадания в нужное место на пульте управления  $\pm 15$  см в средней зоне ниже груди и  $\pm 30$  см в крайних зонах.

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

## 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.

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.

## **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 14.** **Средства визуальной коммуникации в среде.**

Вопросы для обсуждения:

1. Средства визуальной коммуникации в среде.
2. Удобочитаемость.
3. Знаки и условные обозначения.
4. Учет иллюзий зрения.
5. Зрительное восприятие

## **Теоретический материал**

### ***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 - 3° - четкое различие предметов;
- *мгновенного зрения* - около 18°;
- *эффективной видимости* - в пределах 30° - достаточно хорошее восприятие предметов; при поворотах головы зона расширяется до 210° в вертикальной плоскости и до 240° в горизонтальной.

Не вызывают чрезмерных напряжений повороты головы на 45° в горизонтальной плоскости, 30° в вертикальной вверх и 40° в вертикальной вниз.

Таблица 1

Направление движения глазного яблока	вверх	вниз	наружу	внутри
Предельный угол отклонения в градусах	37°	53°	43,5°	46°
Предельный угол обзора в градусах	50-60°	70-80°	94-105°	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° ниже уровня глаз и на 30 в любую сторону от средней плоскости тела. Максимально допустимый угол (в виде исключения) составляет 90°.

Углы поворота головы на 45° в горизонтальной и 30° в вертикальной плоскости не вызывает чрезмерного напряжения.

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.

## **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 усложненное, 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.**

1. Восприятие справа более благоприятно, чем слева.
2. Предметы, которые должны быть точно различимы, размещают не выше 10° и не ниже 45° от средней линии зрения на расстоянии 380-760 мм от глаза (оптимально- 560 мм).
3. Зона оптимального видения расположена перпендикулярно оси зрения
2. 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.

### **Средства визуальной коммуникации.**

#### **Индикаторные приборы и устройства**

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;
- скорости 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 взгляда 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.



## Практическое занятие 15. Факторы окружающей среды

Вопросы для обсуждения:

- 1 Гигиена труда.
- 2 Состав воздуха.
- 3 Чистота воздуха.
- 4 Запыленность.
- 5 Климатические условия

### Теоретический материал

**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 высшего комфорта	Комфортная зона	Некомфортная зона	Невыносимая зона
Холод в °С		+18	-1	< -1
Тепло в °С		+24	+43,5	> +43,5
Влажность воздуха в %	50	>40, <60	>20,<80	<20, >80
Вентиляция в м <sup>3</sup> /час на 1 чел.	34	22	8,5	<8,5
Высота над уровнем моря в м		3000	6000	>6000
Шум в децибелах	70	85	120	
Амплитуда вибраций в мм		0,2	1,3	>1,3
Наклон тела вперед и назад в градусах	0	5	20	>20

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 антиоксидантность, антистатичность, теплопроводность материалов, с которыми соприкасается человек (не более 0,4 ккал/ч\*м\*0С), 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 CO<sub>2</sub> – 0,03%. При увеличении до 3% – раздражаются дыхательные пути, шум в ушах, головные боли. При увеличении до 8–10% – удушье и смерть.

Оксид углерода 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 SO<sub>2</sub> 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 цильтры, 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.

### **Влажность воздуха**

Нормальный тепловой режим наблюдается при 18-20°C и относительной 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.

Если работа производится в горячем цеху ( $>25^{\circ}\text{C}$ ), то влажность должна быть ниже 50 %. Оптимальная влажность для работ в горячем цеху - 35 %.

При влажности 70-90 % производительность труда падает на 33 %. Работа в среде с влажностью 90 % и температурой  $30^{\circ}\text{C}$  угрожает здоровью работающего человека. При повышенной влажности устанавливают сокращенный трудовой день.

#### **Воздушные потоки**

Рекомендуемая скорость воздушного потока при легкой работе стоя и температуре 18-20  $^{\circ}\text{C}$  - 0,2-0,3 м/с, для учреждений - 0,1 м/с – 0,25 м/с при температуре 20-23  $^{\circ}\text{C}$  зимой и 24  $^{\circ}\text{C}$  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.

#### **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 урежения частоты дыхания.

#### **Температура воздуха**

Человеческий организм регулирует температуру тела в пределах  $36-37^{\circ}\text{C}$ . При тяжелой физической работе температура повышается до  $39,5^{\circ}\text{C}$ .

Для раздетого человека, находящегося в спокойной атмосфере и нормальной влажности, нейтральная температура окружающей среды составляет  $30^{\circ}\text{C}$  (тепловое равновесие обнаженного тела наступает при  $25-29^{\circ}\text{C}$ ), в воде  $36^{\circ}\text{C}$ , отклонение температуры от данных значений воспринимается человеком как боль.

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 21° С.

Для умственной работы благоприятные температуры 20-25° С (21-30°С), для легкой физической 17°С зимой и 25° с летом, для тяжелой физической – 13-17°С.

При длительном воздействии плохо переносится температура выше 33° С.

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

**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.

Например, повышение температуры с 25°С до 35°С приводит к увеличению ошибок радиотелеграфистов в 3-5 раз.

При повышении температуры на 5° и влажности на 10% частота пульса увеличивается с 60 до 150 уд/мин, работоспособность уменьшается в 5 раз.

Температура в рабочих помещениях не должна превышать 50°С даже в течение короткого промежутка времени.

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 (волоконистые 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.

### **Практическое занятие 16.** **Шум и акустические условия**

Вопросы для обсуждения:

1. Шум
2. Акустические условия.
3. Способы борьбы с шумом в помещении.
4. Шумопоглощающие материалы.

### **Теоретический материал**

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).

1. 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.

2. 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.

3. Женщины переносят шум лучше мужчин.

4. Плохо переносят шум люди, страдающие гипертонией.

5. 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 тембрированный звук (более сложная форма звуковой волны) оценивается как более удаленный, менее тембрированный – как более близкий.

12. Короткие 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.

## **Способы снижения шума станков и приспособлений**

При уровне шума выше 110 дБ необходимо использовать качественные противошумовые устройства.

При уровне шума выше 120 дБ необходимо использовать защитные шлемы.

Предусмотреть длительные интервалы тишины.

Интенсивность разового импульсного шума не должна превышать 150 дБ.

Даже снижение шума на 10–15 дБ эффективно, особенно на высоких уровнях.

За счет снижения уровня шума на 20 % можно достичь повышения производительности труда на 5-10 %.

### Средства борьбы с шумом:

1. **Активные**, подавление шума в источниках, предупреждение его распространения:

- Конструктивно изменить или улучшить приспособления (подшипника качения заменить подшипниками скольжения), поставить станок или машину на упругое основание.

- Заменить техпроцесс или материал (металлические детали заменяют пластмассовыми).

- Изменить или сместить высокочастотные звуки в низкочастотную область.

- Изменить количество источников шума на рабочем месте.

2. **Пассивные**: ушные вкладыши “Беруши”, наушники, противошумные ковры, глушители.

- Использовать звукопоглощающие покрытия (пористый материал стен, мягкие плиты, войлок, резиновый шифер, рубероид, мастики). Покрытие стен гераклитом, перфорированной пластмассой, акулитовыми плитами, звукоизолирующей штукатуркой.

- Силоновые заслоны (полиамидное волокно, выпускается в Чехии), игелитовые

занавески от потолка длиной 70-80 см, противозумные перегородки высотой до 150 см, резиновые набойки на дверях.

- Покрыть вибрирующие поверхности антивибрационным веществом.
- Поставить станок на упругое основание.
- Разработать специальные шумогасители (силу удара уменьшают устройством пружин, резины).
- Изолировать источник шума от рабочего места (кожухи, кабины, другие помещения или изоляций во времени).
- Использовать средства индивидуальной защиты.
- Цветовая компенсация (пассивные пастельные цвета – оливковый с зеленым оттенком, серо-зеленый, серо-голубой).

Радикальным способом обеспечения безопасности является защита расстоянием - разведение в пространстве опасных зон и зон пребывания человека. Разводить можно и во времени, чередуя работу и наблюдение.

### ***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 17.** **Освещение рабочего места**

Вопросы для обсуждения:

1. Роль освещения.
2. Искусственное и естественное освещение.
3. Источники света.
4. Освещение рабочего пространства.

Теоретический материал

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:

6. Точность зрительной работы: наивысшая, очень высокая, средняя и т.д.;

7. 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);

8. 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  $l$ .

9. 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.

10. 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.

$\text{КЕО} = (\text{Е на раб. месте} / \text{Е снаружи}) 100\%$ .

$\text{КЕО} \approx 0,5 \dots 10 \%$ .

**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 люминесцентное – 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 цвета 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) – 0,75 (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.

$$N = \frac{Eskz}{\Phi\eta},$$

$E$  – 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;  $\eta$  – коэффициент использования. Зависит от индекса помещения  $i$  (определяем по таблицам).

$$i = \frac{S}{h(A+B)}. \quad A \text{ и } B - \text{стороны помещения, м; } h - \text{высота помещения, м.}$$

#### Схемы освещения на производстве

Классический способ:

равномерное освещение.

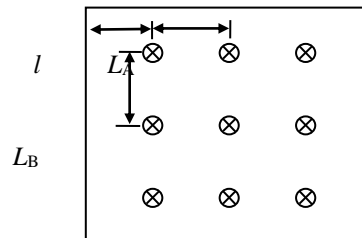
$L_A$  и  $L_B$  – расстояние между рядами светильников.

$l$  – расстояние крайних рядов светильников от стены

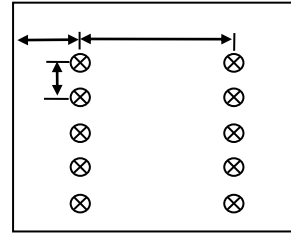
$L_A \approx L_B$  или  $L_A : L_B \leq 1,5$

$l \approx 1/2 L$  – при наличии у стен проходов

$l \approx 1/3 L$  – в остальных случаях.

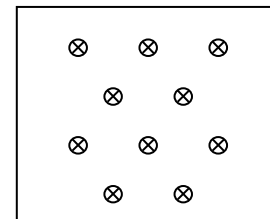


Лучшее освещение при высоте 6 м:  
вдоль – через 6 м, поперек – через 4,7 м.



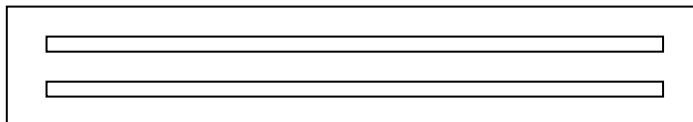
Для помещений с ферменным перекрытием  $L_A > L_B$ . Т.е. следует сократить число продольных рядов светильников. Т.к. конструкция предусматривает мостики для обслуживания светильников, то вдоль них светильники располагать удачно. Разводка сетей при этом также улучшается.

Шахматное расположение.  
Теоретически оптимально—  
Шахматное расположение  
по вершинам ромбов с острым  
углом  $60^\circ$ .



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.

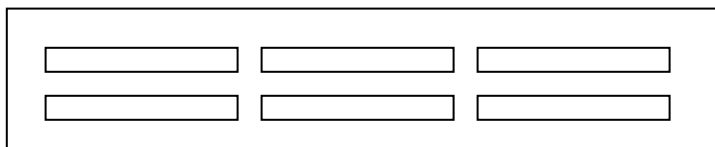
**Светильники с трубчатыми люминисцентными лампами** размещаются рядами, обычно параллельными стене с окнами или параллельными длинной стороне узкого помещения.



Это расположение оспаривается дизайнерами по эстетическим соображениям, т.к. подчеркивается удлиненность помещения.

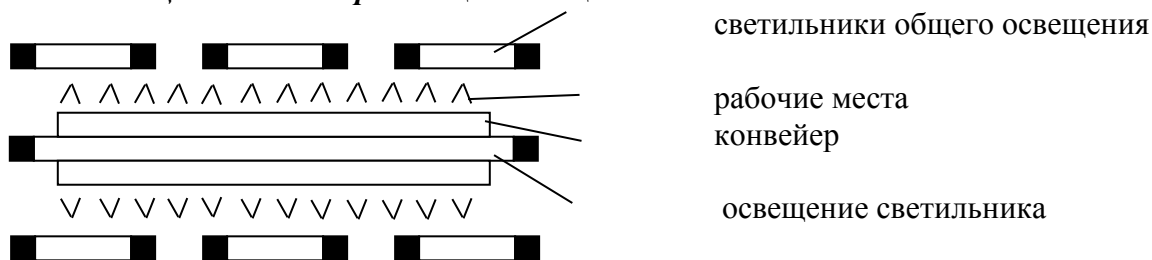
Но в производственных помещениях следует настаивать на таком расположении: направление света в этом случае приближается к направлению естественного света; облегчается возможность включения в сумерки только освещения в глубине помещения; уменьшается протяженность электросети.

При прерывистом расположении трубчатых светильников условия хуже, т.к. образуются веерные тени.





### Освещение конвейера. Общее освещение.



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:

1. прямая — вызывается источником света;
2. 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 сб человек слепнет. Контраст более 1:100 — ослепление.

Для защиты от прямой освещенности: увеличение высоты установки светильников (угол более 50 °). Закрытие источников света светорассеивающими стеклами, уменьшение мощности отдельных светильников за счет увеличения их количества (но неэкономично).

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

$$M = \frac{L_{\text{с}} \omega^{0,5}}{\Phi_{\theta} L_{\text{а\delta}}^{0,5}},$$

где

- яркость блеского источника, кд/кв.м;
- угловой размер блеского источника, стер;
- индекс позиции блеского источника относительно линии зрения;
- яркость адаптации, кд/кв.м

При проектировании показатель дискомфорта рассчитывается инженерным методом.

**Показатель ослепленности  $P$**  - 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.

## **Практическое занятие 18.** **Цвет и производственная среда**

Вопросы для обсуждения:

- 1 Воздействие и восприятие цвета.
- 2 Различение предметов.
- 3 Цветовое решение помещения.

Теоретический материал

**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-	Возбуждают	Согревают, кажутся более близкими	Приподнимают плоскость

желтые)			
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.*
- *Теория зеленого цвета.*
- *Французская ассоциация “Колористе Консейл”.*
- *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”.

Французский цветовед Морис Дерибере в книге “Цвет в деятельности человека” предлагает сочетания:

Стены	Станки
светлые, желто-красные бежевые, кремовые охра, бледно-желтые	светло-зеленые  голубые, светло-зеленые светло-голубые

ГОСТ 12.4.026 – 76 «Система стандартов безопасности труда: Цвет сигнальные и знаки безопасности».

Таблица .

### 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.

#### Цвет как фактор комфорта в цехе

#### НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОРАБОТКЕ ЦВЕТОВОЙ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ

При выборе цвета изделия учитывает факторы:

1. Оптико-физические.
2. Физиологические.
3. Психологические.
4. Эстетические.
5. 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.

## **Практическое занятие 19.** **Вредные излучения на рабочих местах**

Вопросы для обсуждения:

- 1 Диапазоны электромагнитных излучений.
- 2 Ионизирующее излучение.
- 3 Неионизирующее излучение.
- 4 Действия облучения на человека.
- 5 Средства защиты от электромагнитных полей.
- 6 Электромагнитная безопасность при эксплуатации компьютерной техники.
- 7 Размещение в помещении рабочих мест с ПЭВМ.

## Теоретический материал

### Электромагнитные излучения

Космические лучи	$10^{-7}$ нм ... $10^{-5}$ нм
Гамма-лучи (ионизирующие)	0,00001 нм
Альфа-, бета-	... $10^{-4} \dots 10^{-3}$ нм ... 0,01 нм
Рентгеновские лучи (ионизирующие)	0,01 нм ... 10 нм
Ультрафиолетовые лучи (ионизирующие)	10 нм ... 100 нм
Видимое излучение: - фиолетовые - синие – зеленый – желтый - оранжевые - красные	380 нм 470 500 560 590 760 нм
Инфракрасные лучи (неионизирующие)	1000 нм ... 0,01 см
Ультракороткие радиоволны (неионизирующие)	0,1 см ... 10 м
Радиоволны (неионизирующие)	10 м ... 10 км
Переменный ток	10 км ... 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 (~250 кВ) рентгеновского излучения.

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 20.**  
**Проблемы безопасности при проектировании среды обитания**

Вопросы для обсуждения:

- 1 Негативные факторы окружающей среды (опасности механической, химической природы, излучения, электрического тока, температур и т. д.).
- 2 Травматизм.
- 3 Способы защиты работающего.
- 4 Средства индивидуальной защиты.

**Теоретический материал**

**Задачи обеспечения безопасности труда:**

- устранение опасных и вредных производственных факторов;
- уменьшение воздействия на работающих опасных и вредных факторов.

**Негативные факторы производственной среды**

**Физические:**

1. Запыленность воздуха (в зонах переработки сыпучих материалов, сварки, обработки стекла).
2. Повышенная или пониженная температура поверхностей.
3. Акустические колебания (инфразвук, шум, ультразвук).
4. Вибрации (транспортные средства, виброинструмент).
5. Острые кромки.
6. Движущиеся механизмы, падающие предметы.
7. Электрический ток.
8. Статическое электричество (оборудование постоянного тока, зоны окраски распылением, синтетические материалы).
9. Электромагнитные поля (линии электропередач, дисплеи).
10. Инфракрасная радиация (излучение пламени, нагретые поверхности).
11. Лазерное излучение.
12. Ультрафиолетовая радиация (зоны сварки).
13. 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; длиноволновые (более 1,5 мкм) поглощаются в эпидермисе кожи, могут вызвать ожог кожи и глаз, катаракту глаза.

### **Химические:**

1. Загазованность (утечка токсичных газов).
2. Запыленность рабочей зоны.
3. Попадание ядов на кожу, в желудочно-кишечный тракт.

### **Биологические:**

СОЖ.

### **Психофизиологические:**

1. Физические перегрузки (статические - работа в неудобной позе, с дисплеями; динамические - перенос тяжестей).
2. Нервно-психические (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов – труд операторов, авиадиспетчеров, с дисплеями).
3. Монотонность труда.
4. 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:

1. соблюдение нормативных норм (проводятся испытания и вырабатываются на их основе нормативные нормы);
2. надзор;
3. защита расстоянием;
4. сокращение размеров опасных зон;
5. уменьшение отходов систем,
6. средства индивидуальной защиты,
7. экобиозащитная техника (пылеуловители, экраны, водоочистные устройства).
8. средства **автоматического контроля и сигнализации**: по назначению - информационные, предупреждающие, аварийные, по характеру сигнала - звуковые, световые, цветковые, 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 26584-085. 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

### ОСНОВНОЙ

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.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ

1. Аруин А.С., Зациорский В.М. Эргономическая биомеханика. – М.: Машиностроение, 1988. – 256 с.
2. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности : Учебник для вузов М. : Дашков и К, 2004г. 493стр.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/С.В. Белов, А.В. Ильинская, А.Ф. Козьяков и др. ; Под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. И допол. - М.: Высш. шк., 1999. - 448 с.
4. Богданова Д.Я. Практические занятия по психологии. – М.: 1980.
5. Введение в практическую эргономику. Под ред. В.П. Зинченко, Е.Б. Моргунова. – М.: МИРЭА, 1990. – 80 с.
6. ГОСТ ИСО 8995-2002. Освещение рабочих систем внутри помещений . (Принципы зрительной эргономики) . М. : Изд-во стандартов, 2003г. , V, 25
7. ГОСТ Р 52615-2006(ЕН 1012-2:1996). Компрессоры и вакуумные насосы. Требования безопасности. Ч.2. Вакуумные насосы . (Компрессоры и вакуумные насосы) . М. : Стандартинформ, 2007, V, 10
8. ГОСТ Р ЕН 1005-1-2008. Физические возможности человека. Часть 1. Термины и определения . (Безопасность машин) . М. : Стандартинформ, 2008г., IV, 8
9. ГОСТ Р ЕН 614-1-2003. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы . (Безопасность оборудования), М. : Изд-во стандартов, 2004г., IV, 11
10. ГОСТ Р ИСО 10551-2007. Эргономика тепловой окружающей среды. Определение влияния тепловой окружающей среды с использованием шкал субъективной оценки , М. : Стандартинформ, 2008г. , V, 18
11. ГОСТ Р ИСО 15534-3-2007. Эргономическое проектирование машин для обеспечения безопасности. Часть 3. Антропометрические данные . М. : Стандартинформ, 2008г., IV, 3
12. ГОСТ Р ИСО 7243-2007. Термальная среда. Расчет тепловой нагрузки на работающего человека, основанный на показателе WBGT (температура влажного шарика психрометра). М. : Стандартинформ, 2008г., IV, 11
13. ГОСТ Р ИСО 7250-2007. Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании . М. : Стандартинформ, 2008г., IV, 27

14. ГОСТ Р ИСО 7731-2007. Сигналы опасности для административных и рабочих помещений. Звуковые сигналы опасности .(Эргономика) . М. : Стандартиформ, 2008г., IV, 12
15. ГОСТ Р ИСО 9886-2008. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений . (Эргономика термальной среды) М. : Стандартиформ, 2009г., IV, 15
16. Демидов В. Как мы видим то, что видим. – М.: Знание, 1987.
17. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 344с.
18. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование. – М.: Логос, 2000.
19. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. Под ред. Ломова Б.Ф. - М.: «Машиностроение», 1971.
20. Квасов А.С. Основы художественного конструирования промышленных изделий. – М.: Машиностроение, 1989.
21. Леонова А.Б., Кузнецова А.С. Психопрофилактика неблагоприятных функциональных состояний человека. – М.: МГУ, 1987.
22. Методика художественного конструирования. – ВННТЭ, 1983. – 116 с.
23. Мунипов В.М. Зинченко В.П. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование. – М.: Логос, 2001. -356 с.
24. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: Пер. с англ. – М.: 1999. – 1 л. диск.
25. Организация и нормирование труда. Учебное пособие для ВУЗов. /Под ред. В.В. Адамчука / ВЗФИ – М.: Финстатинформ, 2000.
26. Рок И. Введение в зрительное восприятие. Кн. 1. – М.: Педагогика, 1980.
27. Рунге В.Ф., Сеньковский В.В. Основы теории и методологии дизайна. – М.: 2001. – 252 с.
28. Рунге, В.Ф. Основы теории и методологии дизайна : Учеб. пособие М. : МЗ-Пресс, 2003г., 252
29. Рунге, В.Ф. Эргономика и оборудование интерьера : учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений М. : Архитектура-С, 2004г. 160стр.
30. 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». От 15.12.2000. - 12 стр.
31. 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. От 06.06.2003. - 55 стр.
32. САНПИН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». От 08.04.2003. - 102 с.
33. САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». От 30.05.2003.
34. САНПИН 2.2.4.1329-03. «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей»
35. Свечников В.С., Любимов С.О. Эргономические основы управленческого труда и психологической безопасности личности: Учеб. Пособие/В.С. Свечников, С.О. Любимов. – Саратов, 2000. – 96 с.
36. СП 2.5.1277-03. «Санитарно-эпидемиологические требования к перевозке железнодорожным транспортом организованных детских коллективов. 2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте»
37. Человеческий фактор: В 6 т. / Под ред. Г. Салвенди; Пер. с англ. Зинченко В.П. и Мунипова В.М. – М.: Мир, 1991.

38. Шмид М. Эргономические параметры. – М.: Мир, 1980. – 240 с.
39. Эргономика: Учеб. пособие для вузов / В.В. Адамчук, Т.П. Варна, В.В. Воротникова и др.; Под ред. Проф. В.В. Адамчука. М.: ЮНИТА-ДАНА, 1999. – 254 с.
40. 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.
41. 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.
42. Васин, Сергей Александрович. 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
43. 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 "ОВА-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.