

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**И. Ж. Титаренко**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА**

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

Калининград  
2025

УДК 658.382.3

Рецензент  
кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Н. А. Евдокимова

**Титаренко, И. Ж.** Производственная санитария и гигиена труда: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям для студ. бакалавриата по напр. подгот. 20.03.01 Техносферная безопасность / **И. Ж. Титаренко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 106 с.

В учебно-методическом пособии содержатся указания по подготовке к практическим занятиям по разделам дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда», включающие методические рекомендации по выполнению заданий, вопросы к семинарскому занятию, практические задания по каждой теме, вопросы для самоконтроля, рекомендуемая литература.

Список лит. – 5 наименований

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15.12.2025 г., протокол № 11.

УДК 658.382.3

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.  
© Титаренко И.Ж., 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическое занятие 1: Вредные вещества .....	6
Практическое занятие 2: Микроклимат производственных помещений ....	8
Практическое занятие 3: Защита человека от пыли.....	10
Практическое занятие 4: Производственный шум.....	12
Практическое занятие 5: Защита от ультразвука.....	14
Практическое занятие 6: Защита от инфразвука.....	15
Практическое занятие 7: Защита от вибрации.....	18
Практическое занятие 8: Электромагнитное поле и его влияние на организм человека.....	21
Практическое занятие 9: Ионизирующее излучение.....	23
Практическое занятие 10: Лазерное излучение.....	25
Практическое занятие 11: Производственная вентиляция.....	27
Практическое занятие 12: Производственное освещение.....	29
Практическое занятие 13: Средства индивидуальной защиты.....	31
Практическое занятие 14: Профессиональные заболевания.....	33
Практическое занятие 15: Демографические показатели.....	34
Практическое занятие 16: Заболеваемость.....	40
Практическое занятие 17: Исследование утомляемости по психологическим тестам.....	46
Практическое занятие 18: Хронометражные методы исследования динамики работоспособности.....	56
Практическое занятие 19: Исследование физического развития .....	65
Практическое занятие 20: Тяжесть труда. Классификация работ по уровню энергозатрат.....	79
Практическое занятие 21: Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности.....	85
Текущий контроль .....	104
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	105

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью освоения дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда» является формирование у студентов необходимых знаний и навыков по обеспечению благоприятных условий труда на производстве.

Задачи дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда»: освоение практических методов санитарно-гигиенических исследований по характеристике параметров факторов производственной среды; формирование навыков для правильной оценки результатов исследований, применения их в практической работе; получение теоретических сведений о гигиене труда, неблагоприятных факторах в условиях труда, характере труда, их влиянии на организм человека и мерах по сохранению здоровья работников и повышения их работоспособности.

Целью практикума является формирование системы знаний по производственной санитарии и гигиене труда.

Задачами практикума являются:

- изучение понятийного аппарата производственной санитарии и гигиены труда;
- изучение методов санитарно-гигиенических исследований;
- формирование навыков для правильной оценки результатов исследований факторов условий труда.

В результате освоения заданий практикума студент должен

**знать:**

- факторы производственной среды и трудового процесса, основные вопросы гигиенической оценки и классификации условий труда;
- перечень опасностей, параметры источников опасности рабочей среды и трудового процесса, необходимые для гигиенической оценки условий труда и выработка защитных мер;
- основные технологические процессы и режимы производства, оборудование, применяемое в организации, принципы его работы и правила эксплуатации;
- правовые и организационные основы порядка проведения производственного контроля за условиями труда;

**уметь:**

- осуществлять сбор и анализ документов и информации об условиях труда, разрабатывать программы производственного контроля, выявлять факторы риска профессиональных заболеваний, отравлений, травм и несчастных случаев на производстве;
- пользоваться цифровыми платформами и справочно-информационными системами по охране труда, учету результатов проведения

производственного контроля, государственной аккредитации, стандартизации и статистике;

- оформлять локальные нормативные акты об организации оценки и контроля условий труда на рабочих местах;
- проводить анализ общей и профессиональной заболеваемости на производстве, расследование случаев острых и хронических профессиональных отравлений, и заболеваний;

**владеТЬ:**

- планирование проведения производственного контроля за условиями труда на рабочих местах;
- координация работ по выявлению опасных и (или) вредных производственных факторов, действующих на работника на его рабочем месте;
- организации работы по проведению измерений уровней факторов условий труда;
- организации контроля за соблюдением методики проведения работ по измерению уровней факторов условий труда, рассмотрение и анализ результатов измерений;
- навыками подготовки документов, связанных с организацией и проведением медицинских осмотров работников;
- навыками контроля исполнения перечня рекомендуемых мероприятий по улучшению условий труда, разработанного по результатам производственного контроля за уровнями факторов условий труда.

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цели и задачи дисциплины; цели и задачи практикума; требования к знаниям, умениям и навыкам, которыми должен владеть студент после выполнения заданий практикума;

основной части, которая содержит тему и цель каждого практического занятия, методические рекомендации по выполнению заданий, примеры выполнения заданий (вопросы к семинарскому занятию), практические задания по каждой теме, вопросы для самоконтроля; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки) выполнения практических заданий;

списка рекомендуемых источников.

## **Практическое занятие 1**

### **Тема: Вредные вещества**

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

#### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3,4]

В настоящее время известно около 7 млн химических веществ, из которых 60 тыс. находятся в производственной деятельности человека, большинство из них синтезировано человеком и не встречается в природе. В промышленности вредные вещества находятся в газообразном, жидком и твердом состояниях. Изучение потенциальной опасности вредного воздействия химических веществ на живые организмы является предметом науки токсикологии.

Пути поступления вредных веществ в организм человека могут быть различными: через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожу и слизистые оболочки. Вредное воздействие на организм человека химических веществ определяется свойствами самого вещества, а также индивидуальными особенностями организма человека.

По характеру воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на следующие группы:

- общетоксические;
- раздражающие;
- сенсибилизирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

При воздействии вредных веществ на организм человека возникают профессиональные заболевания, происходят различные нарушения: острые, подострые и хронические отравления. Токсическое воздействие вредных веществ определяют следующие факторы:

- химическая структура и физико-химические свойства вредного вещества;
- концентрация и продолжительность действия вредного вещества на организм человека;
- комбинированное действие вредных веществ;
- состояние окружающей среды.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: чрезвычайно опасные, высоко опасные, умеренно опасные и малоопасные. Изуче-

ние воздействия химических веществ на человека показывает, что вредное их действие начинается с определенной концентрации.

В связи с негативным воздействием на организм человека вредных веществ на производстве используются различные способы и методы защиты, к которым относятся средства коллективной и индивидуальной защиты.

В результате изучения темы необходимо знать:

признаки и характеристики классификационных групп вредных веществ, их действие на организм человека;

профессиональные заболевания, которые возникают при воздействии вредных веществ на организм человека;

классы опасности вредных веществ по степени воздействия на организм человека;

принципы установления ПДК вредных веществ;

этапы гигиенического нормирования вредных веществ;

средства коллективной и индивидуальной защиты от вредных веществ на производстве.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Классификация, определение и нормирование содержания вредных веществ.

2) Токсикология.

3) Заболевания, возникающие от воздействия вредных веществ.

4) Средства индивидуальной и коллективной защиты.

## 3. Литература

1. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

2. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для студ. спец. 280102.65 Безопасность технол. процессов и пр-в / И. Ж. Титаренко; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2007. - 287 с.[4]

## 4. Вопросы для самоконтроля

1) Дайте определение понятиям: «абсорбция», «метаболизм», «элиминация».

2) Что такое токсикология? Что изучает токсикология?

3) По каким признакам классифицируются вредные вещества?

4) Какие заболевания возникают от воздействия вредных веществ на организм человека?

5) С помощью каких мероприятий обеспечивается безопасность труда при работе с вредными веществами?

- 6) Какие приборы и методы контроля используются для определения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
- 7) Что относится к средствам индивидуальной и коллективной защиты от вредных веществ?

## **Практическое занятие 2**

**Тема:** Микроклимат производственных помещений

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1 - 4]

При изучении гигиенического нормирования различных производственных факторов, в том числе и параметров микроклимата, необходимо знать:

нормативные документы, в которых приведено нормирование;  
нормируемые параметры;  
принципы нормирования.

Нормируются параметры микроклимата: температура воздуха, °C; температура поверхностей, °C; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с.

Обеспечение благоприятных параметров микроклимата способствует состоянию теплового комфорта работников, что является важным условием высокой производительности труда и предупреждения заболеваний.

Каждый из этих параметров может оказывать негативное воздействие на организм человека, а также на работоспособность. Например, гипотермия, проявляется при охлаждающем микроклимате. В понятие охлаждающего микроклимата входит повышенная влажность, скорость движения воздуха, низкая температура, отсутствие инфракрасного излучения. Гипотермия характеризуется понижением температуры тела ниже нормальной, появлением дрожи, увеличением скорости обменных процессов, уменьшением работоспособности, нарушением движения и подвижности, раздражением, нарушением зрения и т. д. Однако человеческий организм имеет способность поддерживать постоянную температуру тела при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы, которая называется терморегуляцией. В нее входят две составляющих: теплопродукция и теплоотдача. Процессы терморегуляции осуществляются, как правило, тремя способами: биохимическим

путем, путем изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потоотделения.

Микроклимат по степени его влияния на тепловой баланс человека подразделяется на нейтральный, нагревающий, охлаждающий.

Нейтральный микроклимат - такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, при котором разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах  $+/-2$  Вт, а доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат - сочетание его параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека ( $>2$  Вт).

Нагревающий микроклимат - сочетание его параметров, при котором имеет место измерение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме ( $>2$  Вт) и/или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги ( $> 30\%$ ).

В результате изучения темы необходимо знать:

- воздействие параметров микроклимата на организм человека;
- механизм терморегуляции организма человека;
- принципы нормирования параметров микроклимата.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Параметры микроклимата, их влияние на здоровье и работоспособность человека.
- 2) Принципы нормирования параметров микроклимата.
- 3) Терморегуляция.
- 4) Нормализация параметров микроклимата.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].
3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]
4. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для студ. спец. 280102.65 Безопасность технол. процессов и пр-в / И. Ж. Титаренко; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2007. - 287 с.[4]

#### **4. Вопросы для самоконтроля**

- 1) Назовите параметры микроклимата.
- 2) Какое влияние оказывает охлаждение и перегрев на самочувствие и работоспособность человека?
- 3) Какое воздействие оказывает влажность и подвижность воздуха на организм человека?
- 4) Назовите источники теплового излучения, расскажите о его влиянии на здоровье человека.
- 5) Дайте определение понятиям: «оптимальное тепловое состояние человека» и «допустимое тепловое состояние человека».
- 6) По каким принципам нормируется микроклимат?

### **Практическое занятие 3**

**Тема:** Защита человека от пыли

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

#### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1, 2]

Пылью называют физическое состояние твердого вещества, для которого характерна раздробленность вещества на мельчайшие частицы. Производственная пыль является наиболее распространенным вредным фактором производственной среды, т. к. образуется при механическом измельчении твердых тел, поверхностной обработке материалов, транспортировании, упаковке измельченных материалов и т. д. В связи с этими особенностями пыль классифицируется по следующим признакам: по происхождению, по способу образования и по дисперсности.

В зависимости от происхождения принято различать органические, неорганические и смешанные виды пыли. По дисперсности пыль разделяют на видимую, микроскопическую и ультрамикроскопическую. Также пыль подразделяется на аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации. Аэрозоли дезинтеграции образуются при разломе и обработке твердых тел, а аэрозоли конденсации образуются из паров металлов, которые при охлаждении превращаются в твердые частицы.

Пыль характеризуется совокупностью свойств, определяющих ее воздействие на организм человека. Из различных свойств пыли наибольшее значение имеют физико-химические.

Различные виды пыли могут оказывать на организм различное действие: фиброгенное, токсическое, раздражающее, биологическое, аллергическое, канцерогенное, мутагенное, ионизирующее, а также влияющее на репродуктивную функцию человека. В нашей стране гигиеническое нормирование содержания пыли основано на показателе ПДК содержания пыли в воздухе рабочей зоны. Концентрация пыли в воздухе зависит не только от интенсивности технологического процесса, степени изношенности оборудования, вентиляции, но и от времени года, подвижности и влажности воздуха, объема помещения и т. д. Чем выше концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, тем чаще возникают профессиональные заболевания.

Борьба с пылью на производстве и профилактика заболевания осуществляется в ходе различных мероприятий. Например, медико-биологические мероприятия направлены на повышение сопротивляемости организма человека и ускорение выведения из него пыли. Сопротивляемость развитию пылевого поражения повышается при ультрафиолетовом облучении в фотариях, применении щелочных ингаляций и специального питания.

Методы определения запыленности воздуха:

с выделением дисперсной фазы из аэрозоля – весовой (гравиметрический), счетный (кониметрический), радиоизотопный, фотометрический;

без выделения дисперсной фазы из аэрозоля – фотоэлектрические, оптические, акустические, электрические.

Весовой метод основан на протягивании запыленного воздуха через специальный фильтр, задерживающий пылевые частицы. Зная массу фильтра до и после отбора пробы, а также количество отфильтрованного воздуха, можно рассчитать содержание пыли в единице объема воздуха.

Радиоизотопный метод измерения концентрации пыли основан на свойстве радиоактивного излучения (обычно  $\alpha$ -излучения) поглощаться частицами пыли. Концентрация пыли определяется по степени ослабления радиоактивного излучения при прохождении через слой накопленной пыли.

В результате изучения темы необходимо знать:

классификацию пыли;

действие пыли на организм человека;

методы определения запыленности;

приборы определения запыленности;

методику защиты временем от пыли.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Классификация, гигиеническое значение физико-химических свойств, действие пыли на организм человека.

2) Мероприятия по борьбе с пылью, защита временем, приборы и методы определения запыленности.

### 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].

### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) По каким признакам осуществляется классификация пыли?
- 2) Какое гигиеническое значение имеет растворимость пыли?
- 3) Назовите физико-химические свойства пыли.
- 4) Что лежит в основе защиты временем от воздействия пыли на производстве?
- 5) К каким заболеваниям приводит воздействие пыли на организм человека?
- 6) Назовите приборы и методы, с помощью которых определяется запыленность воздуха на производстве.
- 7) Какие основные мероприятия проводятся на предприятиях по борьбе с пылью?

## Практическое занятие 4

**Тема:** Производственный шум

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-4]

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Источниками возникновения шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов.

Источниками производственного шума являются машины, оборудование и инструмент.

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный и тональный. По временным характеристикам шум подразделяют на постоянный и не постоянный.

Шум отрицательно влияет на организм человека и является общебиологическим раздражителем. Шумовые патологии подразделяются на специфические, наступающие в слуховом анализаторе, и неспецифические, возникающие в других органах и системах.

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом их влияния на организм человека.

Для обеспечения безопасных производственных условий на предприятии осуществляется контроль шумовых характеристик машин, для чего применяются шумомеры. Для снижения шума на производстве применяются различные методы: снижение уровня шума в источнике его возникновения, звукопоглощение и звукоизоляция, применение средств индивидуальной и коллективной защиты и т.д. Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов и т.д. Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и слепофонны. Ушные вкладыши вставляются в слуховой канал уха. Они позволяют снизить уровень звукового давления до 20 дБ.

В результате изучения темы необходимо:

- знать классификацию шумов, действие шума на организм человек;
- ознакомиться с шумовой болезнью как самостоятельной формой профессиональной патологии;
- знать методы и средства защиты от шума на производстве.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Источники возникновения и влияние шума на организм человека.
- 2) Шумовая болезнь.
- 3) Физические характеристики, единицы измерения, классификация, гигиеническое нормирование шума.
- 4) Методы и приборы контроля шума, средства и методы защиты от шума.
- 5) Контроль шумовых характеристик машин.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].
3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

4. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для студ. спец. 280102.65 Безопасность технол. процессов и пр-в / И. Ж. Титаренко; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2007. - 287 с.[4]

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что являются источниками возникновения шума?
- 2) По каким признакам классифицируется шум?
- 3) Назовите параметры гигиенического нормирования шума.
- 4) Как влияет уровень звукового давления на отклонения, возникающие в организме человека?
- 5) Что такое шумовая болезнь?
- 6) Что называется предельно допустимым уровнем шума?
- 7) Какие условия следует учитывать при выборе мероприятий по ограничению неблагоприятного воздействия шума на организм человека?
- 8) Назовите средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

### Практическое занятие 5

**Тема:** Защита от ультразвука

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1, 3]

Ультразвуком принято считать колебания свыше 20 кГц, распространяющиеся как в воздухе, так и в твердых средах. Источниками производственного ультразвука являются генераторы ультразвуковых колебаний, используемые для технологических целей в медицине и научных исследованиях, а также производственное оборудование, имеющее высокочастотные составляющие в спектре шума. Параметрами ультразвука являются частота колебаний (Гц) и интенсивность (дБ).

Основу профилактики воздействия ультразвука на человека составляет гигиеническое нормирование.

Для снижения ультразвука, передающегося контактным путем, применяется: дистанционное управление (для исключения воздействия ультразвука на работающих при контактной передаче);

блокировка (отключение оборудования, приборов при выполнении вспомогательных операций, нанесение контактных смазок и т. д.);

приспособления для удержания источника ультразвука (ультразвуковые датчики, указатели и т. д.) или обрабатываемой детали.

В результате изучения темы необходимо знать:

источники ультразвука;

нормируемые параметры ультразвука;

способы защиты человека от воздействия ультразвука.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Источники, характеристика, гигиеническое нормирование ультразвука.
- 2) Защита от воздействия ультразвука.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

2. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что являются источниками возникновения ультразвука?
- 2) Расскажите о негативном воздействии ультразвука на организм человека.
- 3) Назовите характеристики ультразвука.
- 4) Какие методы и приборы контроля ультразвука существуют?
- 5) Назовите принципы гигиенического нормирования ультразвука.
- 6) Как организуется защита от воздействия ультразвука на производстве?

## Практическое занятие 6

**Тема:** Защита от инфразвука

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

## 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1, 3].

Инфразвук – область акустических колебаний с частотами, лежащими ниже полосы слышимых частот – 20 Гц. Он является составной частью спектров шумов, излучаемых многими технологическими агрегатами. Источниками инфразвука могут быть средства управления наземного, воздушного и водного транспорта, компрессоры, мощные вентиляционные системы, системы кондиционирования и т. д.

Гигиеническая проблема, связанная с влиянием ИЗ на организм человека, возникла сравнительно недавно - в 70-е годы прошлого столетия. Накопленные данные свидетельствуют о том, что ИЗ волны оказывают выраженное неблагоприятное действие на организм, особенно на психоэмоциональную сферу, влияют на работоспособность, ССС, эндокринную и другие системы, кохлеовестибулярный аппарат.

Выраженное воздействие ИЗ проявляется прежде всего при работе на автомобильном, водном и железнодорожном транспорте, на тракторах и самоходных машинах, экскаваторах, подъемных кранах, у компрессоров, печей и других видов технологического оборудования.

При этом максимальными уровнями звукового давления обладают в основном октавы со среднегеометрическими частотами 8, 16 и 31,5 Гц, а сами максимальные уровни колеблются от 90 до 118 дБ, так что уровня звука на таких рабочих местах от 70 до 100 дБА степень выраженности ИЗ по разности дБ Лин - дБА составляет от 5 до 42 дБ.

По вопросу о безопасных уровнях ИЗ нет единого мнения: разброс составляет от 90 до 130-150 дБ. Современная гигиеническая оценка действующих факторов предполагает учет таких основных параметров, как уровень, время действия и вероятность возникновения заболевания или физиологических изменений. Многие исследователи считают, что ИЗ обладает выраженной биологической активностью, другие отмечают, что последствия воздействия ИЗ сильно преувеличены. Нет единого мнения о том, какие уровни считать безопасными для организма.

Установлено, что при 180-190 дБ действие ИЗ смертельно вследствие разрыва легочных альвеол. Субъективные ощущения при воздействии ИЗ следующие: головокружение, тошнота, ощущение давления на барабанные перепонки, заложенность ушей, ознобоподобный трепор тела, движения в области кишечника, головная боль, удушье, кашель, чувство страха, беспокойство, раздражительность.

Многие исследователи придерживаются резонансной теории воздействия ИЗ. Совпадение частоты ИЗ колебаний с собственной частотой того или иного органа вызывает сильное раздражение рецепторного аппарата, и это обуславливает определенную симптоматику. Резонансными частотами для человека являются 5, 10 и 15 Гц. Но этот резонанс зависит от механического импеданса тела человека и мышечного напряжения. Хуже всего переносятся резонансные явления в полости живота. ИЗ колебания частотой до 10 Гц вызывают резонансные явления со стороны крупных внутренних органов - желудка, печени, сердца, легких, что проявляется в ощущении давления в подреберье, вибрации грудной клетки и брюшной стенки.

Для организации защиты от инфразвука необходимо использовать комплексный подход, включающий конструктивные меры снижения инфразвука в источнике образования, проектно-планировочные решения, организационные, медицинские меры профилактики и средства индивидуальной защиты.

Гигиеническое нормирование ИЗ базируется на критериях здоровья и работоспособности с оценкой влияния фактора на целостный организм в процессе трудовой деятельности с учетом напряженности и тяжести. Санитарные нормы устанавливают критерии безопасности, безвредности для человека в среде его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности, классификацию, гигиенические регламенты, требования к проведению измерений и оценке ИЗ на рабочих местах, территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях. Предлагаемые предельные уровни в октавных полосах частот 2,4,8 и 16 Гц основаны на учете всего спектра неблагоприятных эффектов, реагировании целостного организма. Считается, что воздействие ИЗ таких уровней в течение полной рабочей смены на протяжении всего производственного стажа (до 40 лет) не приведет к развитию специфических и неспецифических заболеваний.

Наиболее эффективным средством борьбы с инфразвуком является его снижение в источнике возникновения. В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуется применение наушников.

В результате изучения темы необходимо знать:

- источники инфразвука;
- нормируемые характеристики инфразвука;
- методы и средства защиты от инфразвука.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Источники, характеристика, гигиеническое нормирование инфразвука
- 2) Защита от инфразвука.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что является источниками инфразвука на транспорте и современном производстве?
- 2) По каким признакам классифицируется инфразвук?
- 3) Какие нормируемые характеристики инфразвука вам известны?

- 4) Какие методы и средства защиты от инфразвука применяются на производстве?
- 5) На основании каких документов осуществляется нормирование инфразвука?

## **Практическое занятие 7**

**Тема:** Защита от вибрации

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-4]

Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле, газах и жидкостях.

Физические характеристики вибрации:

вибрационные параметры (виброперемещение, виброскорость и виброускорение);

механический импеданс;

собственная частота.

Вибрация в зависимости от ее параметров может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние, как на отдельные ткани, так и на весь организм в целом. В физиотерапевтических целях вибрацию используют для улучшения кровообращения в тканях, однако производственная вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека.

Основными параметрами вибрации являются частота и амплитуда колебаний, но в отличие от шума, при котором энергия механических колебаний передается через воздушную среду, при воздействии вибрации она распространяется по тканям и вызывает колебание их или тела в целом.

Частота колебаний измеряется в герцах, амплитуда - в микрометрах или миллиметрах.

Колеблющаяся с определенной частотой и амплитудой точка движется с непрерывно меняющимися скоростью и ускорением: они максимальны в момент прохождения ее через исходное положение покоя и снижаются до нуля в крайних позициях.

Поэтому колебательные движения можно характеризовать также величинами скорости и ускорения, которые являются производными от амплитуды и частоты.

Существующие исследования, направленные на изучение биологической значимости основных физических параметров вибрации, позволяют заключить,

что наиболее значимыми и подлежащими регламентированию являются спектральный состав и величины виброскорости в октавных полосах частот.

Изменения в организме, возникающие при воздействии вибрации, связанны с энергией колебания, которая пропорциональна среднеквадратической величине колебательной скорости.

Для удобства изучения вибрации, передающиеся телу рабочего (по способу передачи), принято делить на местные, или локальные, и общие.

Под местной вибрацией понимают такое колебательное движение, которое передается от вибрирующей поверхности ограниченному участку тела человека, чаще всего верхним конечностям.

Такую вибрацию воспринимают руки рабочих, применяющих различные ручные инструменты или удерживающие обрабатываемые детали.

Вибрация, передающаяся на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, относится к локальной вибрации.

Под общими вибрациями понимают колебания рабочего места, которые передаются всему телу рабочего.

По источнику возникновения вибраций различают:

- локальную вибрацию от ручного механизированного инструмента (с двигателями);
- локальную вибрацию от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей) (например, рихтовочные молотки);
- общую вибрацию I категории - транспортную (трактора, самоходная сельскохозяйственная техника, грузовой автотранспорт. На рабочее место передается низкочастотная толчкообразная вибрация беспорядочного характера, возникающая в процессе передвижения машин по неровной поверхности или работы подвижных частей механизмов);
- общую вибрацию 2 категории - транспортно-технологическую (экскаваторы. Роторные и шагающие экскаваторы создают вибрацию менее интенсивную, чем экскаваторы типа прямой лопаты. На более изношенных, давно не ремонтируемых машинах уровни вибрации выше, чем на отремонтированных и новых.);
- общую вибрацию 3 категории - технологическую (источником является оборудование, действие которого основано на использовании вибрации и ударов - виброплатформы, вибростенды, молоты, штампы, прессы и т.д. и мощные энергетические установки - насосы, вентиляторы, некоторые металлообрабатывающие станки и др.);
- общую вибрацию в жилых помещениях от внешних источников;
- общую вибрацию в жилых помещениях от внутренних источников.

Общую вибрацию 3 категории по месту действия подразделяют на:

- на постоянных РМ производственных помещений;
- на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и др. производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию;
- на РМ в помещениях завоудуправления, конструкторских бюро, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов и др. помещениях для работников умственного труда.

К факторам, усугубляющим воздействие вибрации ручных машин на организм, относится шум высокой интенсивности (80-95 дБА), неблагоприятные метеорологические условия, чрезмерные мышечные нагрузки и др.

При изучении биологического действия вибрации принимается во внимание характер ее распространения по телу человека, которое рассматривается как сочетание масс с упругими элементами.

В одном случае это все туловище с нижней частью позвоночника и тазом (стоящий человек), в другом случае - верхняя часть туловища в сочетании с верхней частью позвоночника, согнувшись вперед (сидящий человек).

Особенности воздействия производственной вибрации определяются частотным спектром и распределением в его пределах максимальных уровней энергии колебания.

Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека, восстанавливая трофические изменения, улучшая функциональное состояние ЦНС, ускоряя заживление ран и т.п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии - вибрационной болезни. Наибольший удельный вес (распространение) имеет патология от воздействия местной (локальной) вибрации.

Согласно санитарным нормам, гигиеническое нормирование проводится тремя методами.

В результате изучения темы необходимо знать:  
источники возникновения вибрации на производстве;  
действие вибрации на организм человека;  
физические характеристики вибрации;  
методы гигиенического нормирования вибрации;  
приборы и методы контроля вибрации на производстве;  
методы и средства защиты от вибрации.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Источники вибрации, физические характеристики, воздействие на организм человека.
- 2) Методы, приборы контроля, нормирование вибрации.
- 3) Методы и средства защиты от вибрации.

### **3. Литература**

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].
3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]
4. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для студ. спец. 280102.65 Безопасность технол. процессов и пр-в / И. Ж. Титаренко; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2007. - 287 с.[4].

### **4. Вопросы для самоконтроля**

- 1) Что такое вибрация?
- 2) Назовите виды вибрации на производстве.
- 3) Какое действие на организм человека оказывает вибрация?
- 4) В чем состоит суть методов нормирования вибрации?
- 5) Какие методы и приборы контроля вибрации применяются на производстве?
- 6) Какие методы защиты от вибрации применяются на производстве?

## **Практическое занятие 8**

**Тема:** Электромагнитное поле и его влияние на организм человека

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-4]

Основными параметрами электромагнитной волны являются длина волны, частота колебаний и скорость распространения. К ЭМП относятся электростатическое, постоянное магнитное поле, рентгеновское, инфракрасное, видимое, лазерное, гамма-излучения и ультрафиолетовое излучение.

Все источники ЭМП в зависимости от происхождения подразделяются на естественные и антропогенные.

Воздействие ЭМП на организм человека имеет сложный характер и приводит к различным морфологическим и функциональным изменениям в организме человека. Негативное воздействие ЭМП на человека может выражаться в виде торможения рефлексов, изменения биоэлектроактивности головного моз-

га, нарушения памяти, понижения кровяного давления, нарушений в работе печени и селезенки, помутнения хрусталика и т. д. При кратковременном воздействии ЭМП незначительной интенсивности происходят незначительные обратимые изменения в организме человека. Однако при большой интенсивности облучения или при систематическом облучении, превышающем ПДУ интенсивности излучения, изменения в организме человека носят необратимый характер.

Для защиты работающих от воздействия ЭМП применяются различные системы защиты, которые можно разделить на две группы: пассивные и активные.

К пассивным системам относятся:

защита временем;

защита расстоянием;

рациональное размещение установок в рабочем помещении;

применение средств предупреждающей сигнализации;

выделение зон излучения;

установление рациональных режимов эксплуатации установок и работы обслуживающего персонала.

К активным системам защиты относятся:

экранирование источника излучения;

экранирование рабочего места;

применение средств индивидуальной защиты;

уменьшение параметров излучения непосредственно в самом источнике излучения.

В результате изучения темы необходимо знать:

физическую сущность возникновения электромагнитных полей;

нормирование электромагнитных полей;

воздействие ЭМП на организм человека;

методы и средства контроля ЭМП;

системы защиты от воздействия ЭМП.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Основные понятия, физическая сущность, воздействие на человека.

2) Измерение и нормирование электромагнитных полей, контроль и защита.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].

3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]
4. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. пособие для студ. спец. 280102.65 Безопасность технол. процессов и пр-в / И. Ж. Титаренко; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2007. - 287 с.[4].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем заключается сущность явления электромагнитного поля?
- 2) Какие существуют источники электромагнитного поля?
- 3) Какое воздействие на организм человека оказывают источники электромагнитного поля?
- 4) Назовите методы и средства контроля ЭМП.
- 5) Назовите принципы нормирования ЭМП.
- 6) Какие системы защиты от ЭМП применяются на современном производстве?

### **Практическое занятие 9**

**Тема:** Ионизирующее излучение

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1, 3, 5]

Все ионизирующие излучения по своей природе подразделяются на корpusкулярные, дейтроны, тяжелые ионы и электромагнитные.

Человек подвергается воздействию ионизирующего излучения от природных источников космического и земного происхождения, при эксплуатации и обслуживании радиоизотопных, ядерно-энергетических и ядерно-силовых установок, перевозках радионуклидов и т. д. Ионизирующее излучение, распространяясь в среде, передает ей свою энергию, которая затрачивается на ионизацию и возбуждение атомов и молекул вещества. Для характеристики меры воздействия ионизирующего излучения на вещество принимается величина, называемая дозой. Различают поглощенную, эквивалентную и эффективную дозы, каждая из которых имеет свои способы расчета и зависимости. Существуют допустимые уровни облучения людей в виде основных пределов доз, регламентированные Законом РФ «О радиационной безопасности населения» и

«Нормами радиационной безопасности» НРБ. На основании приведенных выше документов осуществляется нормирование ионизирующего облучения.

Человек может подвергаться внешнему и внутреннему облучению. Внешнее облучение возможно при контакте открытых участков тела, при загрязнении кожных покровов радиоактивными веществами. При внутреннем облучении радиоактивные вещества поступают в организм человека ингаляционно или перорально. Профессиональное облучение это – облучение персонала в процессе работы с техногенными источниками ионизирующего облучения. Для контроля профессионального облучения применяют групповой и индивидуальный дозиметрический контроль.

В тех случаях, когда нельзя ограничить негативное воздействие ионизирующего облучения на организм человека, применяются средства защиты: коллективные и индивидуальные.

В результате изучения темы необходимо:

занять состав, характеристики и особенности каждого вида ионизирующего излучения;

занять особенности биологического воздействия на организм человека и окружающую среду ионизирующего излучения;

иметь представление об особенностях организации работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения;

занять условия использования различных методов контроля профессионального облучения;

уметь ориентироваться в многообразии средств защиты и особенностях их применения.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Природа и виды ионизирующего излучения, биологическое воздействие на человека и окружающую среду.

2) Нормирование излучения, дозы и предель облучений.

3) Работа с радиоактивными веществами и источниками.

4) Дозиметрический контроль, средства защиты от ионизирующего излучения.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

2. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

3. Рахманов, Б. Н. Ионизирующие излучения. Обеспечение безопасности при работе с радиоактивными веществами. Ч. 2 / Б. Н. Рахманов. – Москва: Новые технологии, 2005. – 24 с.[5]

#### **4. Вопросы для самоконтроля**

- 1) В чем заключается природа ионизирующего излучения?
- 2) На какие виды подразделяется ионизирующее излучение?
- 3) Какое биологическое воздействие на человека и окружающую среду оказывает ионизирующее излучение?
- 4) Что такое доза облучения? Какие пределы облучения существуют?
- 5) Как осуществляется работа с радиоактивными веществами и источниками?
- 6) Назовите средства защиты от ионизирующего излучения.
- 7) По каким параметрам нормируется ионизирующее излучение?
- 8) Для чего применяется дозиметрический контроль? Как он осуществляется?

### **Практическое занятие 10**

**Тема:** Лазерное излучение

**Цель:** изучить факторы производственной среды, научиться оценивать и применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

#### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1, 2]

Лазер (оптический квантовый генератор) – это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

Все лазеры состоят из трех основных конструкционных блоков:

Активная среда (твердая, жидккая или газообразная), которая определяет возможную длину волн эмиссии.

Источник энергии (газовый разряд, электрический ток и т.д.)

Оптический резонатор.

Принцип действия лазера основан на свойстве атома излучать光子 при переходе из возбужденного состояния в основное.

По степени опасности лазерного излучения лазеры подразделяются на четыре класса: безопасные; малоопасные; среднеопасные; высокоопасные.

Отличительной особенностью лазерного излучения от других видов излучения является монохромность, когерентность и направленность, поэтому воздействие лазерного излучения на организм человека имеет сложный характер. Эффект воздействия лазерного излучения зависит от следующих параметров:

энергетических;

пространственных;

временных;

анатомо-физиологических особенностей облучаемой ткани.

Под воздействием лазера нарушается жизнедеятельность, как отдельных органов, так и организма в целом.

ЛИ пропускается и поглощается биологическими тканями по тем же законам, что и некогерентное и не вызывает в них каких-либо специфических эффектов.

Энергия ЛИ, поглощенная тканями, преобразуется в другие виды энергии: тепловую, механическую, энергию фотохимических процессов, что может вызывать ряд эффектов: тепловой, ударный, светового давления и др.

ЛИ представляет опасность для органа зрения. Сетчатка глаза может быть поражена лазерами видимого (0,38-0,7 мкм) и ближнего инфракрасного (0,75-1,4 мкм) диапазонов. Лазерное ультрафиолетовое (0,18 - 0,38 мкм) и дальнее инфракрасное (более 1,4 мкм) излучения не достигают сетчатки, но могут повредить роговицу, радужку, хрусталик.

Достигая сетчатки, ЛИ фокусируется преломляющей системой глаза, при этом плотность мощности на сетчатке увеличивается в 1000 - 10000 раз по сравнению с плотностью мощности на роговице. Короткие импульсы (0,1 с - 10-14 с), которые генерируют лазеры, способны вызывать повреждение органа зрения за значительно более короткий промежуток времени, чем тот, который необходим для срабатывания защитных физиологических механизмов (мигательный рефлекс 0,1с).

Основные виды поражений и нарушений органа зрения: кератоконьюктивит, ожог роговицы, катаракта, деструкция стекловидного тела, дистрофические изменения на глазном дне, ожог сетчатки, изменения в сосудах коньюктивы, снижение остроты зрения.

Вторым критическим органом к действию ЛИ являются кожные покровы. Взаимодействие лазерного излучения с кожным покровом зависит от длины волны и пигментации кожи. Отражающая способность кожного покрова в видимой области спектра высокая. ЛИ дальней инфракрасной области начинает сильно поглощаться кожными покровами, поскольку это излучение активно поглощается водой, которая составляет 80% содержимого большинства тканей, возникает опасность возникновения ожогов кожи.

Хроническое воздействие низкоэнергетического (на уровне или менее ПДУ ЛИ) рассеянного излучения может приводить к развитию неспецифических сдвигов в состоянии здоровья лиц, обслуживающих лазеры. При этом оно является своеобразным фактором риска развития невротических состояний и сердечно-сосудистых расстройств. Наиболее характерными клиническими синдромами, обнаруживаемыми у работающих с лазерами, являются астенический, астеновегетативный и вегето-сосудистая дистония.

В результате изучения темы необходимо знать:

природу возникновения лазерного излучения, основные характеристики и источники лазерного излучения;  
воздействие лазерного излучения на организм человека;  
нормируемые параметры лазерного излучения;  
методы и средства защиты от лазерного излучения.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Природа, источники, основные характеристики лазерного излучения.
- 2) Воздействие на организм человека, гигиеническое нормирование лазерного излучения, средства и методы защиты.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какова природа лазерного излучения?
- 2) Что является источниками лазерного излучения?
- 3) Какое воздействие на организм человека оказывает лазерное излучение?
- 4) Какие методы и средства защиты от воздействия лазерного излучения применяются на производстве?
- 5) Назовите параметры, на основе которых осуществляется гигиеническое нормирование лазерного излучения.

## **Практическое занятие 11**

**Тема:** Производственная вентиляция

**Цель:** изучить способы защиты от вредных факторов, научиться применять полученные результаты

**Форма проведения занятия – семинар**

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3]

Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен. В соответствии с санитарными нормами все производственные помещения должны вентилироваться. Основным назначением вентиляции является удаление из рабочей зоны загрязненного или непригодного для дыхания воздуха, поэтому применение вентиляции должно быть обосновано расчетами, при кото-

рых учитывается температура воздуха, влажность воздуха, выделение вредных веществ, избыточное тепловыделение. Одной из главных задач, решаемых при устройстве вентиляции, является определение воздухообмена, т. е. количества воздуха, необходимого для вентиляции производственного помещения.

Вентиляционные системы классифицируются по следующим признакам:  
способу перемещения воздуха;  
назначению;  
месту действия.

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и механическую (искусственную). При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплового воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, двери и фрамуги. Организованная естественная вентиляция обеспечивает воздухообмен в соответствии с метеорологическими условиями и в заранее рассчитанных объемах.

В связи с тем, что обычные вентиляционные системы не способны поддерживать сразу все метеорологические параметры в пределах, обеспечивающих комфортные условия труда, эту задачу выполняет кондиционирование. Независимо от наружных метеорологических условий и режима работы технологического оборудования, при кондиционировании в помещении автоматически регулируется скорость движения, относительная влажность, температура воздуха и осуществляется очистка воздуха от пыли. Также в некоторых случаях воздух проходит специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т.д.

В результате изучения темы необходимо:

ознакомиться со способами расчета необходимого воздухообмена в зависимости от различных факторов;

знать разновидности вентиляционных систем, особенности естественной и механической вентиляции;

знать процесс кондиционирования и установки, которые для этого используются.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Назначение вентиляции.

2) Классификация, естественная и механическая производственная вентиляция.

3) Принципы расчета и конструктивное использование вентиляции, кондиционирование воздуха.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].
3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем заключается назначение вентиляции?
- 2) Какие виды вентиляционных систем существуют?
- 3) Назовите отличительные признаки естественной и механической вентиляций.
- 4) Какими способами проводится расчет необходимого воздухообмена производственных помещений?
- 5) Назовите виды местной вентиляции. В каких случаях она применяется?
- 6) Что называется кондиционированием?
- 7) В чем заключается преимущество кондиционирования по сравнению с другими видами вентиляции?

### **Практическое занятие 12**

#### **Тема: Производственное освещение**

**Цель:** изучить способы защиты от вредных факторов, научиться применять полученные результаты

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3]

Освещение – это использование световой энергии Солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Около 90 % всей информации о внешнем мире человек получает зрительным путем, поэтому главной задачей производственного освещения является создание наилучших условий для видения.

По принципу организации производственное освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное.

При искусственном освещении источниками света являются газоразрядные лампы и лампы накаливания.

По функциональному назначению различают рабочее, аварийное, охранное и дежурное искусственное освещение.

Для измерения освещенности согласно ГОСТ 24940-96 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» следует использовать люксметры с измерительными преобразователями видимого излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10 %.

Все применяемые средства измерения должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и проверке и соответствовать перечню рекомендемых приборов для оценки параметров освещения, занесенных в Госреестр средств измерений.

Создание в производственных помещениях качественного и экономичного освещения обеспечивается применением светильников. Светильник представляет собой совокупность источника света и осветительной арматуры. Важной характеристикой светильника является коэффициент полезного действия – отношение светового потока светильника к световому потоку лампы, помещенной в светильнике. По конструктивному исполнению светильники подразделяются на открытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащитные, взрывобезопасные и защищенные закрытые.

Освещенность на рабочей поверхности создается световыми потоками, поступающими непосредственно от светильников и отраженными падающими на расчетную поверхность в результате многократных отражений от стен, пола, потолка, оборудования и т. д. Исходя из этого применяются два метода расчета искусственной освещенности: точечный и метод коэффициента использования.

В результате изучения темы необходимо знать:

особенности классификации освещения и факторы, которые нужно учитывать при выборе системы освещения;

показатели, по которым нормируются различные виды освещения;

методы расчета искусственной освещенности;

назначение светильников;

способы распределения света в пространстве.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Системы и виды производственного освещения.

2) Естественное и искусственное освещение, принцип гигиенического нормирования.

3) Виды искусственного освещения по функциональному назначению.

4) Светильники, методы расчета искусственного освещения.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].

3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) На какие виды подразделяется освещение?
- 2) Как называется относительная величина, показывающая, во сколько раз освещенность внутри помещения меньше наружной?
- 3) Назовите показатели, по которым нормируется искусственное освещение.
- 4) Каким параметром нормируется естественное и совмещенное освещение?
- 5) Что называется светильником?
- 6) Для чего применяются светильники?
- 7) Как параметры искусственного освещения (яркость, показатель ослепленности, пульсация) влияют на трудовой процесс?
- 8) Что определяет коэффициент пульсации? Как он влияет на трудовой процесс?
- 9) Назовите методы, которые используются при расчете искусственного освещения.

### Практическое занятие 13

**Тема:** Средства индивидуальной защиты

**Цель:** изучить классификацию СИЗ, научиться оценивать потребность в СИЗ, порядок обеспечения СИЗ

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3]

СИЗ называют средства, предназначенные для обеспечения безопасности одного работающего.

В зависимости от назначения СИЗ подразделяются на 12 классов:

костюмы изолирующие;

средства защиты органов дыхания;

одежда специальная защитная;

средства защиты ног;

средства защиты рук;

средства защиты головы;

средства защиты лица;

средства защиты глаз;

средства защиты органов слуха;

средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства;

средства дерматологические защитные;

средства защитные комплексные.

СИЗ могут применяться постоянно и непрерывно или использоваться при выполнении некоторых производственных операций, связанных с воздействием вредных и опасных производственных факторов.

Выдача СИЗ осуществляется в соответствии с типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. Эти нормы необходимо рассматривать как минимально необходимые, поэтому предприятия имеют право устанавливать свои нормы с расширенным ассортиментом СИЗ. Ответственность за своевременное и в полном объеме обеспечение работников СИЗ несет работодатель.

В результате изучения темы необходимо:

иметь представление о каждом классе средств индивидуальной защиты, области и порядке их применения;

иметь представление о нормах обеспечения работников СИЗ;

знать правила личной гигиены на производстве.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

1) Классификация средств индивидуальной защиты, роль в профилактике травматизма и заболеваний, обеспечение работающих.

2) Личная гигиена на производстве.

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].

3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

## 4. Вопросы для самоконтроля

1) На какие классы подразделяются СИЗ?

2) Какую роль в профилактике травматизма и заболеваний играют СИЗ?

3) Назовите нормативные документы, в соответствии с которыми проводится обеспечение работников СИЗ.

4) Каким образом производится обеспечение работников СИЗ?

- 5) Какими характеристиками должны обладать СИЗ?
- 6) Какую роль играет личная гигиена на производстве?

## **Практическое занятие 14**

**Тема:** Профессиональные заболевания

**Цель:** изучить классификацию профессиональных заболеваний, порядок связи заболевания с профессией, научиться проводить расследование случаев профессиональных заболеваний

### **Форма проведения занятия – семинар**

#### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1]

Профессиональным заболеванием называется заболевание, вызванное воздействием на работника вредных производственных факторов.

Согласно списку профессиональных заболеваний по характеру производственного фактора, вызывающего заболевание, они делятся на 7 групп. В структуре хронических профзаболеваний преобладают заболевания органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, вибрационная болезнь, заболевания органов слуха. В соответствии с Федеральным законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» профессиональные заболевания являются страховыми случаем.

Расследованию и учету подлежат все впервые выявленные острые и хронические профессиональные заболевания (отравления).

В результате изучения темы необходимо знать:  
классификацию профессиональных заболеваний;  
порядок проведения расследования и учета профессиональных заболеваний.

#### **2. Вопросы к семинарскому занятию**

- 1) Классификация профессиональных заболеваний.
- 2) Порядок связи заболевания с профессией.
- 3) Расследование и учет профессиональных заболеваний.

#### **3. Литература**

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие классы профессиональных заболеваний существуют?
- 2) Какие заболевания называются острыми и хроническими?
- 3) Как проводится расследование возникновения профессионального заболевания у работника?
- 4) Как осуществляется учет профессиональных заболеваний?

### **Практическое занятие 15**

**Тема:** Демографические показатели

**Цель:** освоение расчета демографических показателей

**Форма проведения занятия – упражнения**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к решению задач рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

Согласно определению ВОЗ, здоровье - это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.

Здоровье человека формируется под влиянием взаимосвязанных социально-экономических факторов и факторов окружающей среды. Под факторами окружающей среды понимают: природные, производственные, бытовые и образ жизни.

Образ жизни является существенным фактором, определяющим здоровье человека. В это понятие входят правильный режим труда и отдыха, рациональное питание, поддержание на должном уровне физической активности, закаливание, соблюдение правил личной гигиены, отказ от вредных бытовых привычек, умение сохранить нервно-эмоциональное равновесие в конфликтных ситуациях.

На работника воздействуют все вышеперечисленные факторы, но влияние за здоровье производственных факторов существенно возрастает.

При оценке влияния на организм работника разнообразных факторов производственной среды и самого процесса труда необходимо иметь в виду, что при их воздействии может наблюдаться очень широкий спектр ответных реакций организма (таблица 15.1):

Таблица 15.1 – Ответные реакции организма на воздействующие факторы

Уровень влияния	Показатель
1.	Сдвиги в организме неизвестного значения
2.	Морфологические, функциональные, биохимические и иммунологические признаки нарушения здоровья
3.	Заболеваемость
4.	Инвалидность
5.	Признаки повреждения генотипа организма
6.	Смертность

Первый уровень: биологический ответ на воздействие факторов производственной среды или трудового процесса может проявиться в виде задержки вещества в организме, морфологического, функционального или биохимического сдвига, которые при современном уровне знаний и методических возможностей имеют недостаточно определенное значение.

Второй уровень ответных реакций организма включает биохимические, морфологические, иммунологические, функциональные изменения, наличие которых подтверждается статистически достоверными различиями от показателей до начала работы или общепризнанной нормы или в сравнении с другой группой (контролем). До определенной стадии они не достигают степени выраженности при той или иной болезни (при их обнаружении речь идет о «доно-зологической диагностике»). Они могут проявить себя в виде неудовлетворительных показателей состояния органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, печени и других органов, в виде предрасположенности к простудным и непрофессиональным заболеваниям.

Наиболее часто выявляемая форма биологического ответа - заболеваемость (третий уровень). Профессиональные и производственно- (профессионально) обусловленные заболевания.

Инвалидность (четвертый уровень биологического ответа) - пониженная дееспособность человека вследствие травм и заболеваний, возрастных изменений или рождения и развития с нервно-психическими и физическими недостатками. Она может приводить к общественной неполноценности, снижению качества жизни. Иногда в силу обратимости вызвавших ее причин инвалидность может быть ограниченной или временной.

Генетические повреждения - пятый уровень ответных реакций на воздействие вредных производственных факторов - следует рассматривать как форму весьма высокого биологического ответа, так как генотип человека - основа жизни, здоровья людей и продолжения рода.

Смертность отражает самый высокий, шестой уровень влияния, который характеризует изменения в организме, несовместимые с жизнью.

Перечисленные уровни являются определенным ориентиром в выборе приоритетных направлений анализа здоровья работающих и принятия соответствующих решений.

Здоровье человека может оцениваться в различных целях:

для установления диагноза болезни, начала лечения и контроля его эффективности, в интересах профессионального отбора для определения способности индивидуума выполнять социально-полезные функции.

Медико-социальная экспертиза определяет необходимость социального обеспечения в случае инвалидности.

Здоровье изучается в целях медицинского страхования.

Сам человек анализирует здоровье в интересах самосовершенствования.

И, наконец, здоровье изучается в интересах профилактики, целью которой является предупреждение болезней, продление активной жизни.

Показатели здоровья принято разделять на прямые и морбидные.

Прямые показатели отражают уровень здоровья, его морфологические и функциональные резервы. К ним относятся функциональное состояние, физическое развитие, физическая подготовленность, профессиональная работоспособность, биохимический и иммунологический статус.

Морбидные показатели характеризуют отрицательные аспекты здоровья. К ним относятся: заболеваемость (уровень и структура), госпитализация, трудопотери, инвалидизация, смертность.

Для оценки здоровья работников используют комплекс показателей:

- демографические показатели - продолжительность жизни, смертность и др.
- показатели физического развития - морфологические, функциональные
- показатели заболеваемости - профессиональная, общая - острые и хронические, а также с ВУТ, инфекционная, госпитальная
- инвалидность - первичная, профессиональная, общая (все инвалиды независимо от даты установления).

Базируясь на абсолютных данных официальных отчетных форм, можно рассчитать следующие показатели:

- показатели частоты (интенсивные) профессиональной заболеваемости;
- показатели наглядности, которые применяют при анализе уровня профессиональной заболеваемости (в частности) в динамике;
- показатели распределения (экстенсивные).

Интенсивные показатели высчитывают, когда надо установить, насколько распространено то или другое явление. Интенсивный показатель вычисляют делением абсолютного числа на число жителей, в среде которых произошло это

явление, и умножением полученного частного на 100 или 1 000; в некоторых случаях, когда явление наступает сравнительно редко, умножают на 10 000, даже на 100 000 (рекомендуется получать до запятой хотя бы одну значащую цифру). Примером интенсивных показателей может быть число родившихся или умерших на 1 000 жителей, число заболеваний на 10 000 жителей, число привитых против оспы детей в возрасте до 1 года на 100 детей, число дней нетрудоспособности по болезни на 100 работающих и т.д. Во всех этих случаях указывается, как часто наблюдалось то или другое явление.

Показатели наглядности используют для облегчения сравнения и повышения наглядности. Эти показатели, не изменяя по существу отношений между числами, дают более отчетливое представление о характере изменения явления во времени. Выражаются эти показатели в процентах, которые вычисляют от исходного уровня, принимаемого за 100 %.

Экстенсивные показатели вычисляют в тех случаях, когда желают знать, какую часть (долю) составляет найденное в результате статистической группировки число от общего суммарного числа наблюдений. Вычисление производят делением одного или каждого из слагаемых на сумму и умножением полученного частного на 100, когда показатель желают выразить в процентах (%), или на 1 000, когда показатель выражают в промилле (‰).

Демографические показатели могут отражать очень широкий диапазон влияний разнообразных факторов - социальных, бытовых, миграционных и др., но в их ряду определенное место принадлежит и производственным факторам, которые обнаруживаются в изменении продолжительности жизни, биологического возраста, уровней и структуры смертности. Например, установлено, что у лиц, работающих в условиях воздействия аэрозолей свинца повышен риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний; у рабочих «горячих цехов» достоверно более высок риск смертности как в целом, так и от отдельных причин: болезней системы кровообращения (гипертоническая болезнь), органов дыхания.

## 2. Примеры выполнения заданий

**Задача 1:** В 2003 году в Калининградской области родились 8746 детей, рассчитать показатель рождаемости (на 1000 жителей), если среднегодовая численность постоянного населения за 2003 год составила 940400 человек.

### Решение

Показатель рождаемости:  $(8746 * 1000) / 940400 = 9,3$  рожденных на 1000 населения.

**Задача 2:** Рассчитать показатель смертности, оценить динамику показателя по данным из таблицы 15.2.

Таблица 15.2 – Данные по задаче

Год	Среднегодовая численность постоянного населения	Число умерших	Общая смертность на 1000 населения	Динамика показателя смертность в % к 1999г.	
1	2	3	4	5	6
1999	951300	13491	14,2	100	
2000	948500	14610	15,4	108,5	+8,5
2001	946700	15437	16,3	114,8	+14,8
2002	943200	16517	17,5	123,2	+23,2
2003	940400	16930	18,0	126,8	+26,8

### Решение

Вычисляем общую смертность по каждому году, результат вносим в график 4 таблицы 3.2:  $(13491 * 1000) / 951300 = 14,2$  на 1000 населения. Динамика показателя определяется к выбранному в качестве исходного показателя. Результаты расчета представлены в графах 5 и 6 таблицы 15.2.

**Задача 3:** Рассчитать показатель естественного прироста (убыли) населения, если показатель рождаемости в Калининградской области в 2003 году составил 9,3 на 1000 населения, показатель смертности – 18,0 на 1000 населения.

### Решение

В Калининградской области в 2003 году наблюдалась естественная убыль населения 8,7 на 1000 населения ( $9,3 - 18,0 = -8,7$ ).

### 3. Задания для самостоятельной работы

**Задача 1:** По статистическим данным (таблица 15.3) рассчитайте показатель рождаемости. Постройте график, отражающий динамику показателя.

По данным о показателе смертности постройте на том же графике график, отражающий динамику показателя смертности.

Оцените полученные результаты и сделайте выводы.

Таблица 15.3 – Данные по задаче 2

Годы	Всего родившихся, чел.	Всего умерших, чел.	Численность населения, тыс.чел.
1	2	3	4
1995	1363806	2203811	146646
1996	1304638	2082249	146589
1997	1259943	2015779	146505
1998	1283292	1988744	145829
1999	1214689	2144316	146348

Окончание таблицы 15.3

1	2	3	4
2000	1266800	2225332	145609
2001	1311604	2254856	145734
2002	1396967	2332272	144017
2003	1477301	2365826	144833
2004	1502477	2295402	144469
2005	1457376	2303935	142880
2006	1479637	2166703	143654
2007	1610122	2080445	142489
2008	1713947	2075954	142829
2009	1761687	2010543	143227
2010	1788948	2028516	143116
2011	1796629	1925720	142590
2012	1902084	1906335	143014
2013	1895822	1871809	143623
2014	1942683	1912347	146066
2015	1940579	1908541	145908
2016	1888729	1891015	146413

**Задача 2:** По статистическим данным (таблица 15.4) рассчитайте показатели, отражающие изменение показателя (события, явления) в течение года.

Постройте график, отражающий динамику показателя по месяцам.

Сделайте выводы.

Таблица 15.4 – Родившиеся живыми по месяцам рождения

Год	2000	2005	2009	2010
1	2	3	4	5
Всего родившихся живыми	1266800	1457376	1761687	1788948
из них по месяцам рождения:				
январь / January	111541	129722	148418	148476
февраль / February	100151	113672	133409	135505
март / March	109119	126911	147660	149614
апрель / April	103332	118745	140690	144876
май / May	108432	121149	140669	147450
июнь / June	109807	124022	149976	154265

#### Окончание таблицы 15.4

1	2	3	4	5
июль / <i>July</i>	111541	130757	163160	161491
август / <i>August</i>	109563	127219	156065	155458
сентябрь / <i>September</i>	104566	122036	151574	151442
октябрь / <i>October</i>	102745	117446	148844	150965
ноябрь / <i>November</i>	97473	113056	138350	142825
декабрь / <i>December</i>	98519	112631	142862	146569
неизвестно / <i>unknown</i>	11	10	10	12

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие показатели здоровья называются прямыми и почему?
- 2) Какие показатели здоровья называются морбидными?
- 3) Как рассчитывают показатель частоты?
- 4) Как рассчитать показатель наглядности?
- 5) В каких единицах выражается показатель наглядности?
- 6) Как рассчитывают экстенсивные показатели?

### Практическое занятие 16

#### Тема: Заболеваемость

**Цель:** освоение методов статистической оценки показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности, профессиональной заболеваемости

**Форма проведения занятия – упражнения**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к решению задач рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

Общая заболеваемость учитывает распространенность всех заболеваний (острые и хронические), которыми страдало население (трудовой коллектив) за какой-то период на данной территории. В получении информации об общей заболеваемости имеются определенные трудности (дороговизна и трудоемкость процесса сбора материала, методические неопределенности). На сегодняшний день общая заболеваемость практически не используется при изучении состояния здоровья трудовых коллективов в связи с трудностями учета всех обращений в различные медицинские учреждения (диспансеры, стационары, консультации и т.д.) работников одного предприятия, но проживающих на различных территориях даже одного города.

Частным случаем общей заболеваемости является заболеваемость с временной утратой трудоспособности - ЗВУТ. Этот вид заболеваемости удобен для исследования тем, что листки нетрудоспособности из всех медицинских учреждений возвращаются в расчетный отдел предприятия, поскольку листок нетрудоспособности является финансово-юридическим документом и может быть использован как статистический документ.

В основном ЗВУТ отражает, хотя и на более низком уровне, структуру и динамику общей заболеваемости. Однако между ними имеются существенные различия. Во-первых, не все заболевания влекут за собой потерю трудоспособности. Во-вторых, единицей наблюдения при анализе ЗВУТ является не само заболевание, а случай потери трудоспособности. В-третьих, на показатель ЗВУТ сильно влияет не только состояние условий труда, но и законодательство об оплате дней нетрудоспособности и состояние экспертизы трудоспособности.

Анализ ЗВУТ проводится на основании данных отчетов «о причинах» временной нетрудоспособности - форма № 16-ВН. Наиболее информативные показатели ЗВУТ:

показатель сменяемости ( $C, \%$ )

$$C = \frac{(P_y + P_n)}{P_k} \cdot 100, \quad (16.1)$$

где  $P_k$  - численность круглогодовых рабочих;

$(P_y + P_n)$  - численность лиц, проработавших часть года (сумма принятых и уволенных).

показатель болевших лиц ( $\Pi\mathcal{B}, \%$ )

$$\Pi\mathcal{B} = \frac{B_k}{P_k} \cdot 100, \quad (16.2)$$

где  $B_k$  - число лиц, имевших ВУТ среди круглогодовых контингентов работающих.

число случаев временной нетрудоспособности ( $BH_C$ ) на 100 работников

$$BH_C = \frac{n_c}{P_k} \cdot 100, \quad (16.3)$$

где  $n_c$  - число случаев временной утраты трудоспособности.

число дней временной нетрудоспособности ( $BH_D$ ) на 100 работников

$$BH_D = \frac{n_d}{P_k} \cdot 100, \quad (16.4)$$

где  $n_d$  - число дней временной утраты трудоспособности.

средняя длительность (тяжесть) случая временной нетрудоспособности ( $T$ )

$$T = \frac{n_d}{n_c}. \quad (16.5)$$

индекс здоровья ( $I\mathcal{Z}, \%$ )

$$ИЗ = \frac{3}{P} \cdot 100, \quad (16.6)$$

где 3 - число ни разу не болевших; P - средняя численность работающих.

В 90-х годах государственная статистика ЗВУТ претерпела существенные изменения. До 1994 года отчеты предприятий и организаций обобщались и анализировались в профсоюзных органах. Затем учет, отчетность и анализ ЗВУТ были переданы в ведение Министерства здравоохранения. Порядок оформления документов, удостоверяющих временную нетрудоспособность, был изменен. Если ранее листок нетрудоспособности являлся как финансовым, так и учетным статистическим документом, то в настоящее время в нем не только не указывается диагноз, но и не проставляется код заболевания. При выдаче листа нетрудоспособности в лечебно-профилактическом учреждении заполняется статистический талон, на основании которого и составляется сводный отчет по форме № 16-ВН, направляемый в органы управления здравоохранения.

Таким образом, структура ЗВУТ имеется только в разрезе лечебного учреждения и территории в целом. В то же время именно отраслевой, а не территориальный подход при анализе ЗВУТ, включающий в себя сопоставление заболеваемости по предприятиям, представляет с позиций оценки производственного риска наибольшую информативную ценность. Провести углубленный анализ ЗВУТ на сегодняшний день возможно только при эпидемиологических исследованиях на крупных предприятиях, имеющих собственные лечебно-профилактические учреждения (медицинско-санитарные части).

Несмотря на указанное выше, возможность анализа ЗВУТ по предприятиям существует. Для этого должна использоваться методика полицевого учета временной нетрудоспособности. Учтено, что уровень заболеваемости работников наиболее объективно отражает показатель частоты (число случаев нетрудоспособности на 100 работников). При полицевом методе углубленного изучения заболеваемости за единицу наблюдения принимается не только случай нетрудоспособности, но в первую очередь болевшее лицо. Что же касается дней нетрудоспособности, то они являются производной характеристикой, зависящей от числа случаев утраты трудоспособности и средней длительности одного случая ЗВУТ, которая в значительной степени зависит от методов лечения. Число дней на 100 работников и средняя длительность случая отражают тяжесть заболевания.

Профессиональная заболеваемость является важнейшим показателем состояния здоровья работающих. Ее выявление, регистрация, анализ, установление факторов, влияющих на статистические показатели весьма специфичны. Особенность профессиональных заболеваний заключается в том, что причина их всегда известна, а уровни на 100% определяются состоянием условий труда.

Различают две группы профессиональных заболеваний. К первой группе относятся заболевания с присущим только им комплексом симптомов и син-

дромов, которые в такой совокупности не встречаются при иной этиологии (например, пневмокониоз). Вторую группу составляют болезни, которые могут иметь множественную причину (полиэтиологичны), но в конкретном случае постановки диагноза профзаболевания определенный фактор или группа факторов сыграли ведущую роль (например, профессиональный бронхит).

Порядок выявления, расследования и учета профессиональных заболеваний в настоящее время определен рядом документов. «Отчет о числе лиц с впервые установленными профессиональными заболеваниями (отравлениями)» составляется на основании «Актов о случаях профессиональных заболеваний» и представляется в органы статистики по форме № 24.

Отчетная форма № 24 недостаточно информативна, поскольку включает только сведения об общем числе больных (в том числе женщин) с впервые установленным в истекшем году диагнозом профессиональных заболеваний. В ней выделены острые (в том числе со смертельным исходом) и хронические заболевания. Из данных этой формы можно рассчитать лишь общие показатели профессиональной заболеваемости по территориям Российской Федерации.

Углубленный анализ профессиональной заболеваемости в различных аспектах (территориальном, отраслевом, профессиональном, возрастно-половом, стажевом, а также по нозологическим формам) проводится на основании информации, получаемой из «Карт учета профессионального заболевания (отравления)», форма 389-1/у-01 (ранее форма № 152/у, утвержденная приказом Минздрава СССР от 02.07.87 № 866).

Анализ профессиональной заболеваемости имеет свои особенности по сравнению с анализом данных о заболеваемости общей, что обусловлено сравнительно редкой частотой данного вида патологии. В связи с этим при исследовании профессиональной патологии работающих на отдельных предприятиях, где в течение года регистрируются лишь единичные случаи, следует анализировать каждое заболевание с подробным изучением конкретных обстоятельств и причин его возникновения. Если проводится обобщенный сравнительный анализ профессиональной заболеваемости работающих на крупных производственных объединениях, в различных отраслях промышленности городов, а также областей, краев и республик, необходим расчет относительных величин.

При анализе профессиональной заболеваемости обычно рассчитывают интенсивные и экстенсивные показатели, иногда бывает целесообразным рассчитать и показатели наглядности. Для расчета интенсивных показателей обычно используют среднесписочную численность промышленно-производственного персонала и персонала, занятого на строительно-монтажных работах, которая содержится в официальных статистических отчетах. Существует мнение, что при вычислении интенсивных показателей профзаболеваемости за основание должна быть взята численность работников,

подлежащих периодическим медицинским осмотрам в профессии или занятых в идентичных условиях.

Показатель частоты профессиональной заболеваемости определяется как отношение числа пострадавших от профессиональных заболеваний (отравлений) к числу лиц, осмотренных в соответствии с действующим приказом Министерства здравоохранения. При обобщенном анализе профессиональной заболеваемости для расчета показателя ее частоты используют среднесписочную численность производственного персонала и персонала, занятого на строительно-монтажных работах, которая содержится в официальных отчетах статистических управлений (показатель профессиональной заболеваемости на 10 000 работающих). Интенсивные показатели профессиональной заболеваемости рассчитывают в целом по всем болезням, по видам профессиональной патологии (хронические заболевания, отравления и острые заболевания, отравления) и отдельным нозологическим формам.

При анализе уровня профессиональной заболеваемости в динамике интенсивный показатель предыдущего года принимают за 100 % и по отношению к нему исчисляют показатель последующего года. Такой способ рекомендуется для сравнения показателей за 2 года и более длительных временных промежутков (за 5-10 лет и т.д.). С помощью этих показателей изучают темпы роста (прироста) или снижения профессиональной заболеваемости.

Экстенсивные показатели характеризуют структуру профессиональных заболеваний и отравлений в зависимости от причин их развития, этиологических факторов и нозологических форм. Важно отметить, что анализ экстенсивных коэффициентов будет наиболее полным и верным при рассмотрении их совместно с интенсивными.

## 2. Примеры выполнения заданий

**Задача 1:** Рассчитайте показатели ЗВУТ, если средняя численность работников на конец года – 1429, из них круглогодичных работников 683. Число болевших в течение года 378 человек, число не болевших – 305 человек. Число случаев ЗВУТ - 555, число дней ЗВУТ – 8141.

### Решение

$$\text{Показатель болевших} = (378 * 100) / 683 = 55,3\%$$

Число случаев ВН =  $(555 * 100) / 683 = 81,2$  на 100 круглогодичных работников

Число дней ВН =  $(8141 * 100) / 683 = 1191,9$  на 100 круглогодичных работников

$$\text{Средняя длительность одного случая} = 8141 / 555 = 14,7 \text{ дней}$$

$$\text{Индекс здоровья} = (305 * 100) / 1429 = 21,3\%$$

**Задача 2:** В Калининградской области в 2002 году зарегистрировано 11 случаев профессиональных заболеваний, количество работников в промышленности составило 289,5 тыс.человек. Рассчитать показатель профессиональной заболеваемости.

**Решение**

$$\text{ПЗ} = (11 \cdot 10000) / 289500 = 0,38 \text{ на 10000 работников}$$

**Задача 3:** В Калининградской области в 2002 году зарегистрировано 11 случаев профессиональных заболеваний. Медицинским осмотрам подлежало 180000 человек. Рассчитать показатель профессиональной заболеваемости

**Решение**

$\text{ПЗ} = (11 \cdot 10000) / 180000 = 0,61$  на 10000 лиц, подлежащих медицинским осмотрам

**Задача 4:** В Калининградской области в 2002 году зарегистрировано 11 случаев профессиональных заболеваний, из которых 6 – кохлеарный неврит. Количество работников в промышленности составило 289,5 тыс.человек, из которых в шуме работало 80 000 человек. Рассчитать показатель профессиональной заболеваемости

**Решение**

$$\text{ПЗ} = (6 \cdot 10000) / 80000 = 0,75 \text{ на 10000 лиц, работающих в шуме.}$$

**Задача 5:** Из 42-х зарегистрированных профессиональных заболеваний, острых - 3, хронических - 39. Рассчитайте экстенсивные показатели.

**Решение**

Острые профессиональные заболевания составили  $(3/42) \cdot 100 = 7\%$ , хронические –  $(39/42) \cdot 100 = 93\%$ .

### 3. Практические задания

**Задача 1:** В 2012 году в РФ родились 1902084 детей, рассчитать показатель рождаемости (на 1000 жителей), если число населения 143014,0 тысяч человек.

**Задача 2:** В организации число круглогодичных работников за 2003 год составило 786 человек, из них болели с оформлением листа временной нетрудоспособности 543 человека. Всего сдано в бухгалтерию организации этими работниками 700 листов временной нетрудоспособности, число дней ЗВУТ при этом составило 9566. Проведите анализ заболеваемости с ВУТ.

**Задача 3:** Показатели профессиональной заболеваемости в Калининградской области с 2001 по 2005 годы составили соответственно 0,89, 0,38, 0,45, 0,35 и 0,35 на 10000 работников. Оценить динамику показателя.

**Задача 4:** В 2012 году в РФ родились 1902084 детей, в январе, феврале, марте и апреле родились соответственно 152922, 147466, 156980 и 146003 детей. Рассчитайте экстенсивные показатели.

**Задача 5:** В 2003 году в РФ умерли 2365826 человек, рассчитать показатель смертности (на 1000 жителей), если число населения 144258,0 тысяч человек.

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Для каких целей проводится оценка состояния здоровья человека?
- 2) В чем заключается особенность анализа профессиональной заболеваемости?
- 3) В каких случаях при анализе профессиональной заболеваемости применяют показатель наглядности?
- 4) Какие показатели характеризуют заболеваемость с временной утратой трудоспособности?
- 5) Инвалидность, ее виды, порядок установления.
- 6) Показатели, характеризующие здоровье работников.

### Практическое занятие 17

#### Тема: Исследование утомляемости по психологическим тестам

**Цель:** изучить методы психологических исследований утомляемости, исследовать степень утомления путем изучения внимания и кратковременной памяти.

**Форма проведения занятия** – семинар (теоретическая часть) с самостоятельной работой (практическая часть)

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к занятию рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

Проблема утомляемости является сложнейшей научно-практической проблемой, которую исследуют и изучают представители различных наук – экономисты, физиологи, психологи и другие специалисты. Утомление проявляется в различных сферах. Поэтому различают признаки утомления технико-экономические, физиологические, психологические и медицинские.

В число технико-экономических признаков утомления входят снижение выработки, удлинение “штучного” времени, рост брака и т.д.

К физиологическим признакам относятся: лишние движения, уменьшение выносливости, рост температуры кожи головы и рук и другие показатели.

Психологические признаки утомления – чувство усталости, замедление психических процессов, ошибочные действия при корректурных пробах и др.

Медицинскими показателями утомления служат травматизм и производственно обусловленные заболевания.

Утомление – особое, своеобразно переживаемое психическое состояние. К признакам утомления можно отнести:

1. Чувство слабости. Утомление сказывается в том, что человек чувствует снижение своей работоспособности, даже когда производительность труда еще не падает. Это снижение работоспособности выражается в переживании особого, тягостного напряжения и в неуверенности: человек чувствует, что не в силах должным образом продолжать работу.

2. Расстройство внимания. Внимание – одна из наиболее утомляемых психических функций. В случае утомления внимание легко отвлекается, становится вялым, малоподвижным или, наоборот, хаотически подвижным, неустойчивым.

3. Расстройства в сенсорной области. Таким расстройствам под влиянием утомления подвергаются рецепторы, которые принимали участие в работе. Если человек долго читает без перерывов, то, по его словам, у него начинают “расплыватьсь” в глазах строчки текстов. При продолжительном и напряженном слушании музыки теряется восприятие мелодии. Продолжительная ручная работа может привести к ослаблению тактильной чувствительности.

4. Нарушение в моторной сфере. Утомление сказывается в замедлении или беспорядочной торопливости движений, расстройстве их ритма, в ослаблении точности и координированности движений, их деавтоматизации.

5. Дефекты памяти и мышления. Эти дефекты также относятся непосредственно к той сфере, с которой связана работа. В состоянии сильного утомления рабочий может забыть инструкцию, оставить в беспорядке рабочее место и одновременно помнить все, что не имеет отношения к работе. Мыслительные процессы особенно нарушаются при утомлении от умственной работы, но и при физической работе человек нередко жалуется на понижение сообразительности и умственной ориентации.

6. Ослабление воли. При утомлении ослабляются решительность, выдержка и самоконтроль. Отсутствует настойчивость.

7. Сонливость. При сильном утомлении возникает сонливость как выражение охранительного торможения. Потребность во сне при изнурительной работе такова, что человек засыпает часто в любом положении, например, сидя.

Отмеченные психологические показатели утомления проявляются в зависимости от его силы. Возможно слабое утомление, оно свидетельствует о необходимости принять меры, чтобы не понизить работоспособность. Вредно переутомление, при котором резко понижается работоспособность и тем самым производительность труда. При переутомлении указанные выше нарушения в психической сфере очень заметны.

Таким образом, понятно, что речь идет о динамике утомления, в которой можно вычленить разные стадии. Различают первую стадию утомления, на которой проявляется относительно слабое чувство усталости. Производительность труда не падает или падает не значительно. Чувство усталости проявляет-

ся нередко тогда, когда человек, несмотря на тяжелую изнурительную работу, чувствует себя вполне работоспособным. Причиной могут быть повышенный интерес к работе, особое ее стимулирование, волевой импульс. Находясь в таком состоянии сопротивления утомлению, человек в одних случаях действительно его преодолевает и не снижает производительность труда, а в других случаях это состояние может привести к своеобразному взрыву переутомления, который часто имеет большую разрушительную для работоспособности силу.

На второй стадии утомления понижение производительности становится заметным и все более и более угрожающим, причем часто это понижение относится только к качеству, а не к количеству выработки.

Третья стадия характеризуется острым переживанием утомления, которое принимает форму переутомления. Кривая работоспособности или резко снижается, или принимает “лихорадочную” форму, отражающую попытки человека сохранить должный темп работы, который на данной стадии утомления может даже ускоряться, но оказывается неустойчивым. В конце концов рабочие действия могут быть так организованы, что человек почувствует невозможность продолжения работы, переживая при этом болезненное состояние.

Ход нарастания утомления и его конечная величина зависит от ряда условий:

- от индивидуальных особенностей рабочего;
- от обстоятельств протекания работы;
- от качества выполняемой работы;
- от особенностей трудового режима и т.д.

Разработка методов оценки динамики функциональных состояний человека в процессе трудовой деятельности относится к числу актуальных задач инженерной психологии. В истории исследований проблемы оценки утомления отчетливо выделяются два методических подхода: физиологический и психологический. В свою очередь, второй подход может быть разделен на 2 независимых направления. Одно из них связано с субъективными оценками собственного состояния, а второе - с оценкой изменений показателей трудовой деятельности.

Первый психологический метод тестирования называется “шкалирование субъективных оценок”. Здесь наибольшее распространение получили методы прямого субъективного шкалирования и разнообразные опросники. Примером одного из типичных тестов является опросник, разработанный Гролем и Хайзером. Он состоит из 10 семибалльных шкал, построенных по принципу противопоставления: сильный - слабый, веселый - грустный, взволнованный - спокойный, счастливый - несчастливый, энергичный - ленивый, свежий - усталый, расслабленный - напряженный, полный сил - истощенный, заинтересованный - скучный. Характеризуя собственное состояние, испытуемый оценивает степень

выраженности определенных ощущений. Направление и величина сдвига относительно нейтрального пункта “4” служат основанием для оценки состояния в целом.

В последнее время ведется разработка сложных и многоплановых тестов, основанных на применении факторного анализа. Но оценка функционального состояния только по результатам субъективного опыта может не отражать истинного положения дел.

Второй психологический метод тестирования называется “Оценка успешности выполнения деятельности”. В эту группу показателей утомления входят оценки динамики количества, качества и скорости выполняемой работы. Разработка большинства из этих методов началась еще на заре экспериментальной психологии. К их числу относятся корректурная проба Бурдона, цифровой тест Грюнбаума, метод элементарной шифровки Пьерона-Рузера и др. Эти тесты до сих пор считаются эффективными и широко используются.

В результате эксперимента получают следующие данные: количество просматриваемого материала, измеряемого в знаках, количество пропущенных букв, количество неправильно зачеркнутых букв. По существу, эти данные характеризуют меру производительности и меру точности работы испытуемого. На их основании выводится обобщенная оценка его работы.

Показатель точности определяется по формуле  $A = \frac{W}{W + O}$ , где W - число правильно зачеркнутых знаков; O - число пропущенных знаков.

Если испытуемый не допускает ни одного пропуска, этот показатель равен 1, при наличии ошибок он всегда меньше 1.

Показатель производительности или продуктивности работы Е вычисляется как  $E = S \cdot A$ , где S - число всех просмотренных знаков.

Показатель Е характеризует не только чистую производительность - правильно воспринятые знаки из числа просмотренных, но имеет и некоторое прогностическое значение. Например, если в течение 5 мин. испытуемый просмотрел 1500 знаков и из них правильно оценил 1350, то с определенной вероятностью можно предсказать его продуктивность в течение более длительного времени.

Задача исследования кратковременной памяти состоит в том, чтобы определить, какой объем предложенного материала может бытьдержан и после какого интервала воспроизведен испытуемым. Опыт производится на цифровом материале (метод Джекобса). Процедура выполнения задачи включает четыре одинаковых опыта.

Для каждого опыта используется 7 рядов цифр (в каждом опыте элементы в рядах должны быть разные), содержащих последовательно 4, 5, 6 ... и 10 элементов.

Объем кратковременной памяти  $V$  вычисляется по формуле:  $V = N + \frac{m}{n}$ , где  $N$  - наибольшая длина ряда, который испытуемый во всех опытах воспроизвел правильно;  $n$  - число опытов;  $m$  - количество правильно воспроизведенных рядов.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Что такое производственное утомление?
- 2) Какие признаки утомления вы знаете?
- 3) От каких условий зависит конечная величина утомления?
- 4) Какие методы оценки динамики функциональных состояний человека в процессе трудовой деятельности вы знаете?
- 5) В чем состоит суть метода исследования внимания с помощью буквенных тестов?
- 6) В чем состоит суть метода исследования внимания с помощью цифрового теста Грюнбаума?
- 7) Каковы способы обработки экспериментальных данных, полученных в корректурном teste?
- 8) В чем состоит смысл показателей точности и чистой производительности работы?
- 9) В чем состоит смысл метода Джекобса?
- 10) Каковы способы обработки экспериментальных данных по исследованию памяти?
- 11) По какой формуле определяется объем памяти?

## 3. Литература

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с. [1].
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.[2].
3. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – Москва: Высшая школа, 2007. – 382 с.[3]

## 4. Задания для самостоятельной работы

При исследовании внимания по корректурному тесту Бурдона и по буквенной таблице Коновалова М.Н. - Горшкова С.И. испытуемый, просматривая буквенный тест строчку за строчкой, должен в течение 5 минут как можно быстрее разными способами зачеркивать или обводить кружком буквы в соответствии с вариантом задания.

В первой серии исследования внимания испытуемый, просматривая буквенный тест строчку за строчкой, должен в течение 5 минут как можно быстрее разными способами зачеркивать или обводить кружком буквы в соответствии с вариантом задания.

Для того, чтобы учитывать динамику продуктивности работы за каждую минуту, экспериментатор по истечению минуты говорит слово “черта”. Испытуемый должен отметить вертикальной чертой на строчке таблицы то место, которому соответствовал момент произнесения экспериментатором слова “черта”, и продолжить работу дальше. Конец серии также отмечается вертикальной чертой.

При проведении цифрового теста Грюнбаума необходимо найти и зачеркнуть наименьшее число среди чисел, напечатанных крупным жирным шрифтом, а затем в столбике под этим наименьшим числом найти наименьшее число из напечатанных мелким шрифтом. Учитывается время выполнения задания и количество ошибок, допущенных при этом. Возможны также еще три варианта задания: 1) жирный шрифт - наибольшее число, мелкий - наибольшее; 2) жирный - наибольшее, мелкий - наименьшее; 3) жирный - наименьшее, мелкий - наибольшее. Таких опытов студенты выполняют восемь: по четыре в каждой серии с разными таблицами.

Исследование избирательности внимания. Исследование проводится в парах: экспериментатор – испытуемый. Экспериментатор читает испытуемому инструкцию, предъявляет тестовый бланк и фиксирует время выполнения задания.

*Инструкция испытуемому:* «Вам будет дан текст с напечатанными в нем построчно буквами и словами. Отыщите и подчеркните в нем слова. Страйтесь не пропустить ни одного слова и работайте быстро, так как время фиксируется. Если все понятно и нет вопросов, тогда начинайте».

Исследование концентрации внимания. Исследование можно проводить с одним испытуемым или с группой из 5–7 человек. Главные условия при работе с группой – удобно разместить испытуемых, обеспечить каждого бланками тестов, карандашами и следить за соблюдением тишины в процессе тестирования.

*Инструкция испытуемому:* «Вам предложен бланк с изображенными квадратом, треугольником, кругом и ромбом. По сигналу «Начали!» расставьте как можно быстрее и без ошибок следующие знаки в эти геометрические фигуры: в квадрат – плюс, в треугольник – минус, в кружок – ничего не ставьте и в ромб – точку. Знаки расставляйте подряд построчно. Время, отпущенное на работу, – 60 секунд. По сигналу «Стоп!» расставлять знаки прекратите».

Экспериментатор в ходе исследования контролирует время с помощью секундомера и подает команды «Начали!» и «Стоп!».

Указания по обработке результатов. По результатам исследования внимания с помощью корректурного теста Бурдона или таблицы Коновалова М.Н. - Горшкова С.И. определить продуктивность работы по минутам и в целом за серию, т.е. подсчитать количество просмотренных букв S, число правильно зачеркнутых (обведенных) букв W, количество ошибок O. Ошибкой считается пропуск тех букв, которые должны быть зачеркнуты, а также неправильное зачеркивание. Результаты этой обработки занести в таблице 17.1.

Таблица 17.1 – Сводная таблица результатов исследования внимания

Время	Серия 1			Серия 2		
	S	W	O	S	W	O
1	2	3	4	5	6	7
<b>Корректурный тест Бурдона</b>						
1 мин.						
2 мин.						
3 мин.						
4 мин.						
5 мин.						
<b>Всего</b>						
<b>Буквенная таблица Коновалова М.Н. - Горшкова С.И.</b>						
1 мин.						
2 мин.						
3 мин.						
4 мин.						
5 мин.						
<b>Всего</b>						

По формуле (17.1) вычислить показатель точности работы, по формуле (17.2) - показатель чистой производительности. Полученные данные занести в сводную табл. 1.5.

Показатель точности определяется по формуле

$$A = \frac{W}{W + O}, \quad (17.1)$$

где W - число правильно зачеркнутых знаков; O - число пропущенных знаков.

Если испытуемый не допускает ни одного пропуска, этот показатель равен 1, при наличии ошибок он всегда меньше 1.

Показатель производительности или продуктивности работы E вычисляется как

$$E = S \cdot A, \quad (17.2)$$

где S - число всех просмотренных знаков.

Показатель Е характеризует не только *чистую производительность* - правильно воспринятые знаки из числа просмотренных, но имеет и некоторое прогностическое значение. Например, если в течение 5 мин. испытуемый просмотрел 1500 знаков и из них правильно оценил 1350, то с определенной вероятностью можно предсказать его продуктивность в течение более длительного времени.

По результатам исследования внимания с помощью цифрового теста Грюнбаума определить время, затраченное на выполнение задания, подсчитать число правильно зачеркнутых цифр W, количество ошибок О. Результаты эксперимента и обработки занести в таблице 17.2.

Таблица 17.2 – Протокол исследования внимания и работоспособности по цифровому тесту Грюнбаума

Опыт	Содержание задания	Время выполнения задания			W	O
		начало	окончание	всего (с)		
1						
2						

С помощью теста можно вычислить такой показатель, как эффективность выполнения работы ЭР, который определяется по формуле

$$\mathcal{E}P = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4}, \quad (17.3)$$

где  $t$  - время, за которое выполнено задание.

Результаты исследования избирательности внимания оцениваются при помощи шкалы оценок, в которой баллы начисляют в зависимости от затраченного на поиск слов времени. За каждое пропущенное слово снимается по одному баллу. Результаты эксперимента и обработки занести в таблице 17.3.

Таблица 17.3 – Результаты исследования избирательности внимания

Время выполнения теста (с)	Баллы	Число найденных слов	Баллы итого	Уровень избирательности внимания

Результаты исследования концентрации внимания. Результатами данного тестирования являются: количество обработанных испытуемым за 60 с геометрических фигур, считая и кружок, и количество допущенных ошибок. За допущенные при выполнении задания ошибки ранг снижается. Если ошибок 1-2, то ранг снижается на единицу, если 3-4 – на два ранга, а если ошибок больше 4, то на три ранга.

Результаты эксперимента и обработки занести в таблицу 17.4.

Таблица 17.4 – Результаты исследования концентрации внимания

Время выполнения теста (с)	Кол-во обработанных геометрических фигур	Ранг	Количество ошибок	Ранг итогового	Уровень концентрации внимания
60					

Результаты тестов записать в сводную таблицу 17.5.

Таблица 17.5 – Сводная таблица показателей внимания

№ п/п	Наименование метода исследования (теста)/ показатели	Результаты теста
1.	<b>Исследование внимания по корректурному тесту Бурдона</b>	
	Показатель точности (А)	
	Показатель производительности (Е)	
2.	<b>Исследование внимания по буквенной таблице Коновалова М.Н. - Горшкова С.И.</b>	
	Показатель точности (А)	
	Показатель производительности (Е)	
3.	<b>Исследование избирательности внимания</b>	
	Уровень избирательности внимания	
4.	<b>Исследование концентрации внимания</b>	
	Уровень концентрации внимания	

Сделать вывод о состоянии психических функций при выполнении тестов.

##### 5. Вопросы для самоконтроля

- 1) Относится ли уменьшение выносливости к числу психологических признаков утомления?
- 2) Относятся ли ошибочные действия к числу физиологических признаков утомления?
- 3) Сколько выделяется стадий утомления?
- 4) Сколько и какие методические подходы выделяются при исследовании проблемы оценки утомления?
- 5) Как определяется показатель точности работы?
- 6) Как определяется показатель продуктивности работы?

- 7) Какова продолжительность работы с корректурным тестом при исследовании внимания?
- 8) Как определяется скорость выполнения работы при исследовании внимания по цифровому тесту?
- 9) Сколько рядов цифр необходимо заготовить для опыта по исследованию памяти?
- 10) Какие показатели нужно вычислить после проведения экспериментов?
- 11) Как вычисляется объем кратковременной памяти?

### Тесты для самоконтроля

1. К числу психологических признаков утомления относятся:

- а) чувство усталости
- б) ошибочные действия при корректурных пробах
- в) уменьшение выносливости
- г) замедление психических процессов
- д) лишние движения

2. Как определяется эффективность выполнения работы при исследовании внимания по цифровому тесту?

- а)  $A = \frac{W}{W + O}$
- б)  $V = N + \frac{m}{n}$
- в)  $A = W + O$
- г)  $\mathbb{E}P = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4}$
- д)  $E = S \cdot A$

3. Как определяется показатель точности работы?

- а)  $A = \frac{W}{W + O}$
- б)  $V = N + \frac{m}{n}$
- в)  $E = S \cdot A$
- г)  $\mathbb{E}P = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4}$
- д)  $A = W + O$

4. Какова продолжительность работы с буквенными тестами при исследовании внимания?

- а) 3 минуты
- б) 10 минут
- в) 4 минуты
- г) 5 минут
- д) 7 минут

5. Какие показатели нужно вычислить после проведения экспериментов?

- а) А, Е, В
- б) W, О
- в) N, m, n
- г) S, t
- д) А, Е, В, ЭР

## Практическое занятие 18

### Тема: Хронометражные методы исследования динамики работоспособности

**Цель:** познакомиться с методами хронометражных исследований на производстве; научиться проводить хронометражные исследования и оценивать полученные результаты

#### Форма проведения занятия – упражнения

##### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к выполнению задания рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

В производственных условиях метод хронометража, т.е. записи по секундомеру времени и последовательности выполнения отдельных операций, используется широко. Хронометраж позволяет выявить закономерные изменения работоспособности. Так, например, выявленное увеличение времени, затраченного на операцию, свидетельствует о замедлении рабочих действий, появлении лишних движений, т.е. об утомлении.

Данным методом наблюдения пользуются для получения обоснованной физиологической и гигиенической оценки трудового процесса (режим труда, темп, ритм), для выявления возможного влияния условий труда на функциональное состояние организма, для решения вопросов научной организации труда (НОТ).

Хронометражные методы исследования работоспособности технически сравнительно просты. Их можно проводить непрерывно в течение дня, не отвлекая испытуемого от выполнения трудового задания, чтобы судить об изменении работоспособности человека на протяжении рабочей смены в конкретных условиях.

Обычно применяются два способа хронометражных наблюдений: 1) детальный выборочный хронометраж по элементам и 2) «фотография» рабочего дня (грубая и детальная).

Детальный выборочный хронометраж по элементам заключается в определении продолжительности отдельных элементов данной операции или непрерывного воздействия фактора внешней среды за некоторый короткий промежуток времени с повторным наблюдением на протяжении рабочего дня.

Второй способ - «фотография» рабочего дня - состоит в регистрации времени от начала до конца всего трудового дня, подготовительного и заключительного времени, времени простоев (с указанием их причин), времени на исправление допущенного брака и др.

В детальной «фотографии» рабочего дня регистрируется, кроме того, продолжительность всех операций в динамике дня.

В грубой «фотографии» рабочего дня отмечается по секундомеру (или часам) только время работы и простоев.

Хронометраж проводят при помощи секундометра. Учет ведут по текущему времени, т.е. не останавливая стрелки секундометра, а лишь отмечая время окончания каждой операции (или элемента ее) или же время воздействия отдельных факторов внешней среды.

Прежде чем приступить к хронометражным наблюдениям, необходимо ознакомиться со всем процессом труда на данном участке производства, с содержанием каждой операции, каждого элемента работы. После этого составляют примерную схему последовательности изучаемых операций, а при характеристике условий труда - схему последовательности воздействий изучаемых факторов внешней среды (в зависимости от выполняемой рабочим операции).

Для получения хорошей схемы наблюдений надлежит правильно расчленить изучаемый процесс на операции (или их элементы). В таблице 18.1 показано, как можно раздробить операцию на элементы и хронометрировать по так называемому текущему времени, т.е. не останавливая секундомера. Для этого надо отмечать всегда только начало или только конец выполнения каждого элемента (или операции). В противном случае будет допускаться значительная ошибка в точности замеряемого времени.

При использовании метода хронометража для изучения влияния трудового процесса на функциональное состояние организма и работоспособности человека можно изучать:

а) продолжительность отдельных операций в течение рабочего дня (выявляя зависимость ее от времени дня, режима труда, темпа и др.);

б) соотношение времени, затрачиваемого на выполнение основных и вспомогательных операций, длительности микропауз, простоев и др. (также в зависимости от условий или организации труда);

в) загруженность рабочего дня;

г) почасовую производительность труда (в течение рабочей смены).

В итоге хронометрирования можно проследить за продолжительностью каждого элемента операции и всей операции в целом. Такой выборочный хронометраж проводят 5-8 раз за смену с тем, чтобы выявить динамику изменений двигательной функции в процессе рабочей смены. Он позволяет также выявить «ведущий элемент», за счет которого главным образом происходит изменение

времени на операцию в целом. Выявление «ведущего элемента» позволяет использовать изменения его времени в качестве показателя динамики работоспособности.

Таблица 18.1 – Результаты хронометрирования операции «ангренаж» при сборке часов (исходное положение стрелок секундомера - 00 с)

Элементы операции	Текущее время	Продолжительность	Текущее время	Продолжительность	Текущее время	Продолжительность
1. Берет с конвейера «платину»	2 с	2 с	1 мин 24 с	1 с	2 мин 42 с	2 с
2. Вставляет «минутник»	30 с	28 с	1 мин 51 с	27 с	3 мин 12 с	30 с
3. Вставляет анкерное и минутное колесо	47 с	17 с	2 мин 06 с	16 с	3 мин 31 с	19 с
4. Накрывает мост и за-винчивает два винта	1 мин 23 с	36 с	2 мин 40 с	34 с	4 мин 10 с	39 с

Оценка существующих условий труда начинается с установления степени загруженности рабочего дня у всех членов бригады. При этом применяют «грубую фотографию» рабочего дня, выделяя затраты времени на основную работу, простоя, исправление брака и др. Загруженность может значительно изменяться у разных работников. У одних время на основную работу составляет свыше 90%, у других - менее 80%. Естественно, в таких условиях различна и степень утомляемости. Так, у работников, не имеющих резерва времени на отдых, можно наблюдать быстрое снижение работоспособности в результате быстрого наступления утомления.

Из применяемых способов хронометражных наблюдений наибольшее внимание физиологи труда уделяют детальному фотохронометражному наблюдению на протяжении всего рабочего дня. Обычно исследовательская работа по оценке организации трудового процесса и режима труда и отдыха на производстве начинается с изучения нерациональных условий труда и научного обоснования рекомендаций по физиологически рациональной организации данного труда. Одновременно прослеживается изменение физиологических функций, в том числе изменение устойчивости двигательного динамического стереотипа.

В конвейерном производстве у работающих могут выявляться «микропаузы», связанные с экономией времени на выполнение операции при заданной скорости движения ленты. При хронометрировании такие отрезки времени, даже весьма короткие, продолжительностью в 1-2 с, необходимо регистрировать. «Микропаузы» следует рассматривать как резервы времени для отдыха; при

прослеживании за ними в динамике рабочего дня можно выявить причину физиологических сдвигов в организме работающего под влиянием данных конкретных условий режима труда и отдыха.

Применение методики хронометражных наблюдений в динамике рабочего дня позволяет считать его физиологическим методом. Однако хронометристы-нормировщики, а нередко и сотрудники лабораторий НОТ, пользуясь хронометражем для нормирования данного трудового процесса, определяют трудоемкость операций за любой короткий отрезок времени рабочей смены без учета изменения динамики работоспособности человека. Это недопустимо, так как путем ведения так называемой фотографии рабочего дня устанавливается только степень его загруженности и наличие простоеов с установлением их причин. Физиологам труда детальный способ ведения хронометража позволяет выявлять характер изменения работоспособности в динамике дня, сопоставляя его с динамикой сдвигов физиологических функций.

В качестве основных характеристик рационализации труда и проверки эффективности измененных условий труда и отдыха могут быть использованы следующие показатели, снимаемые через каждые 30 мин в динамике дня: средняя продолжительность рабочей операции, «свободное» время в процессе работы, время на переделку, средняя производительность.

Соответствующим показателем может быть время на операцию или элемент операции в динамике дня, учитывая, что оно характеризует в определенной степени состояние двигательного анализатора, рабочее движение, которое является достаточно отработанным в результате многолетнего опыта, навыков в выполнении рабочим той или иной операции за ряд лет работы на данном участке.

При наличии коротких во времени операций удобнее измерять суммарное время выполнения нескольких операций. Например, при продолжительности каждой операции 5-10 с по секундомеру отмечают начало первой и конец десятой операции. Результат делят на 10 и получают представление о времени, затрачиваемом на одну операцию. В условиях работы на конвейере обязательно учитывают также скорость (такт) движения ленты.

При ведении фотохронометражных наблюдений на протяжении всего рабочего дня в бланке отмечается порядковый номер каждой операции, а также такие встречающиеся по ходу рабочего дня моменты, как перерывы в работе, переделка выполненной ранее работы и т.д. В таблице 18.2 показана примерная запись ведения хронометражных наблюдений работы сборщицы швейных машин.

Таблица 18.2 – Карта детальных хронометражных наблюдений

Фамилия работницы - И. Дата наблюдения 10.03.2002. Цех - сборочный.

Операция № 18. Время начала наблюдения: 8 ч 00 мин

№ операции	Наименование элемента работы		Основной элемент		Другие элементы работы	
	полное	сокращенное	текущее время	продолжительность	текущее время	продолжительность
	<i>Подготовка рабочего места</i>	ПР			8ч 4 мин	4 мин
1	Окончание первой операции	ОП	4 мин 48 с	48 с		
2	Окончание второй операции	ОП	5 мин 51 с	63 с		
3	Окончание третьей операции	ОП	6 мин 39 с	48 с		
4	Окончание четвертой операции	ОП	7 мин 58 с	79 с		
	<i>Исправление брака</i>	ИБ			10 мин 20с	2 мин 22с
5	Окончание пятой операции	ОП	11 мин 40 с	80 с		
6	Окончание шестой операции	ОП	12 мин 50 с	70 с		
7	Окончание седьмой операции	ОП	13 мин 42 с	52 с		
	<i>Ожидание (ремонт машины)</i>	РМ			24 мин 32 с	10 мин 50
8	Окончание восьмой операции	ОП	25 мин 47 с	75 с		

**Примечание.** В процессе ведения хронометража рекомендуется писать наименование наблюдаемого элемента сокращенно: начальными буквами (например, операция - ОП, ремонт машины - РМ и др.).

В итоге обработки индивидуальных черновых хронометражных материалов следует давать их в виде сводки всех показателей (в абсолютных величинах и процентах к рабочему времени) за каждые полчаса работы и за всю рабочую смену в целом. Примерный способ заполнения карты хронометражных наблюдений показан в таблице 18.3.

Рабочее время при конвейерной работе складывается из следующих элементов: основной работы, подготовительного и заключительного времени, времени на так называемую переделку и исправление сделанной продукции, дополнительного времени на операцию (подсобная работа), «свободного» времени в виде микропауз, времени перемещения по ленте конвейера полуфабриката, простоев из-за организационных и технических неполадок и времени на отвлечения (личные и производственные). Каждая из перечисленных величин выражается в абсолютных величинах и в процентах. Внизу таблицы даются суммарные величины данных каждой графы за весь рабочий день. В основном использу-

зуются материалы, полученные в результате индивидуального анализа хронометражных наблюдений.

Свободные средние данные выводятся из однотипных индивидуальных, характерных для большинства испытуемых данной профессии, на протяжении рабочего дня.

Средние показатели вычисляют следующим образом: среднее время на рабочую операцию определяется путем деления времени рабочей загрузки в секундах на число операций за каждые полчаса и за всю рабочую смену; средняя производительность выражается числом деталей или операций за каждые 30 мин; «свободное» время на одну операцию вычисляют путем деления общего «свободного» времени на число операций.

В условиях конвейерного производства важна слаженность в работе всей бригады. Для этого необходимо равномерное распределение нагрузки среди членов бригады. С этой целью при обработке полученных материалов следует обращать внимание на величину среднего времени, затрачиваемого на операцию каждым членом бригады, и на величину «свободного» времени.

При оценке того или иного режима труда важным показателем может стать учет времени, затрачиваемого на переделки и исправление допущенного брака, а также его количество в течение рабочего дня и недели. В таблице 18.4 за 100 % взято количество брака при первоначальных условиях труда у группы сборщиц часов на конвейере. После введения более рационального режима труда отмечено изменение этого показателя. Как видно из таблицы, он уменьшается постепенно в течение 4-5 месяцев.

Таблица 18.3 – Результаты хронометражных наблюдений за рабочим К. На конвейере сборки грузовых автомобилей в течение рабочей смены (операция - установка аккумулятора. Начало наблюдения 15 ч 00 мин)

Время наблюдений по получасам	Кол-во штук	Время на операцию	Простой		Свободное время		Подсобная работа		Отвлекали от работы причины				Рабочая загрузка	Всего		
			с	%	с	%	с	%	с	%	с	%				
15 ч 28 мин 20 с	13						305	17,9					1395	82,1	1700	100
15 ч 58 мин 35 с	17		-	-	50	2,9	-	-	-	-	-	-	1765	97,1	1815	100
16 ч 28 мин 25 с	16		-	-	-	-	130	7,2	45	2,5	-	-	1615	90,3	1790	100
16 ч 58 мин 40 с	15		-	-	-	-	125	6,9	275	15,2	-	-	1415	77,9	1815	100
17 ч 29 мин 55 с	12		-	-	-	-	45	2,4	-	-	515	27,6	1315	70,0	1875	100
17 ч 59 мин 00 с	14		300	17,2	-	-	70	4,2	-	-	-	-	1375	78,6	1745	100
18 ч 28 мин 50 с	16		-	-	-	-	150	8,6	-	-	-	-	1640	91,4	1790	100
19 ч 00 мин	16		200	10,8	-	-	30	1,6	90	4,8	-	-	1550	82,8	1870	100
обеденный перерыв с 19 до 20 ч																
20 ч 29 мин 50 с	17		-	-	-	-	90	5,1	-	-	-	-	1700	94,9	1790	100
20 ч 58 мин 45 с	13		-	-	-	-	50	2,9	355	20,4	-	-	1330	76,7	1735	100
21 ч 29 мин 20 с	17		-	-	-	-	50	3,0	-	-	-	-	1785	97,0	1835	100
21 ч 57 мин 30 с	13		-	-	-	-	-	-	260	15,4	-	-	1430	84,6	1690	100
22 ч 93 мин 10 с	7		780	50,7	-	-	-	-	-	-	-	-	760	49,3	1540	100
23 ч 00 мин	10		1235	55,5	-	-	-	-	-	-	-	-	975	44,5	2210	100
Итого за раб. смену	196		2515	9,9	50	0,2	1045	4,1	1025	4,0	515	2,1	20050	79,7	25200	100

Таблица 18.4 – Изменение количества брака у сборщиц часов (в %)

До введения перерывов	После введения перерывов на отдых					
	месяцы					
	1	2	3	4	5	6
100%	86	63	34	30	18	20

Хронометражные наблюдения наряду с другими физиологическими показателями позволяют обосновать рациональный режим скоростей на конвейере. Установлено, что при достаточной загрузке наблюдается закономерное изменение времени, заданного на операцию, в динамике рабочего дня. В первый час работы это время постепенно уменьшается, затем удерживается на одном уровне, а к обеденному перерыву увеличивается, что позволяет утомленным сборщицам замедлить рабочие движения. Во вторую половину рабочего дня тот же ход кривой повторяется, но лишь на более замедленном уровне (поскольку работоспособность во второй половине рабочего дня в результате утомления обычно несколько ниже). Поэтому для облегчения труда на конвейере рекомендуется регулирование скорости движения ленты конвейера с помощью специальных механизмов - «вариаторов», по заданной кривой.

При соответствующей обработке полученных хронометражных материалов можно получить представление о величине разброса времени, затраченного на элемент или на всю операцию, в динамике дня. Вариативность вычисляют по формуле:

$$K = \frac{\delta}{M} \cdot 100,$$

где К - коэффициент вариации в процентах;  $\delta$  - квадратичное отклонение; М - средняя длительность операции.

В производственных условиях, когда задание у рабочего меняется в течение рабочего дня, рекомендуется, по согласованию с мастером или бригадиром, выделить партию одинаковых деталей (или полуфабрикатов), разделив ее на 5-6 частей, давать каждую часть через 1 час 20 мин. - 1 час 30 мин. для выполнения одинакового задания в течение рабочей смены. Хронометрирование, обработка и анализ материала производятся по указанному выше способу детально-го фотохронометража на производстве.

Если работа не связана с конвейерной системой, хронометражные наблюдения можно ограничить учетом производительности, времени загрузки и качества работы в динамике дня (по получасам работы).

Метод хронометражных наблюдений может быть применен при изучении динамики работоспособности человека в условиях выполнения любого вида труда, в том числе умственного труда, когда сам трудовой процесс, его организация, не может быть охарактеризован количественно. В этих случаях, напри-

мер, при изучении особенностей организации труда заведующего лаборатории, научного сотрудника, инженера или педагога рекомендуется проводить «самохронометраж».

Методика хронометражных наблюдений позволяет изучать не только плотность и равномерность рабочей нагрузки в течение рабочего дня, но и скорость выполнения рабочих операций и динамику работоспособности. Последнее позволяет давать в комплексе с другими физиологическими методиками физиологическую оценку рациональной или нерациональной организации режима труда и отдыха и самого трудового процесса.

## 2. Примеры выполнения заданий

**Задание:** Провести хронометражные исследования, используя методику «самохронометража».

### Решение

«Самохронометраж» заключается в том, что работающий сам периодически в течение рабочего дня ведет запись времени занятости тем или иным видом труда на заранее подготовленной им карте. Как видно из таблицы 18.5, применяется такой же принцип хронометрирования: сокращение наименований выполняемых дел и запись продолжительности периодов работ по текущему времени.

Таблица 18.5 – Образец регистрации самохронометражных наблюдений

Начало работы - 9 ч. Окончание работы – 16 ч. 30 мин.

Дата \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Наименование работ		Текущее время	Продолжительность	Примечания
полное	сокращенное			
Проведение эксперимента	ЭК	9 ч 45 мин	45 мин	
Конференция	НК	11 ч 30 мин	1 ч 45 мин	
Консультация	К	12 ч 50 мин	1 ч 20 мин	
Перерыв на обед	О	13 ч 20 мин	30 мин	
Написание статьи	НС	15 ч 50 мин	2 ч 30 мин	
Задание лаборанту	ЗЛ	16 ч 30 мин	40 мин	

## 3. Задания для самостоятельной работы

**Задание:** изучить динамику работоспособности в течение смены рабочего на конвейере по сборке грузовых автомобилей.

### Выполнение задания

Необходимо, пользуясь данными таблицы 18.3, рассчитать время, затраченное на одну операцию. Построить график изменения времени, затрачиваемого на одну операцию, в течение рабочей смены. По оси абсцисс отложить время наблюдений по получасам, по оси ординат - время на одну операцию. Сравнить полученный график с классическим графиком динамики работоспособности в течение рабочего дня.

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем заключается метод хронометражных исследований на производстве? Для каких целей он применяется?
- 2) Какие способы хронометражных исследований Вы знаете? В чем их суть?
- 3) Каков порядок хронометражного исследования?
- 4) Перечислите особенности хронометражных исследований конвейерного производства.
- 5) Когда применяется метод самохронометражных исследований?
- 6) Из чего складывается суточный расход энергии?

### **Практическое занятие 19**

#### **Тема: Исследование физического развития**

**Цель:** Овладение методикой проведения антропометрических исследований по методу индексов

**Форма проведения занятия – упражнения**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к выполнению задания рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

**Физическое развитие** – процесс становления, формирования и последующего изменения форм и функций организма человека под воздействием физической нагрузки и условий повседневной жизни.

О физическом развитии человека судят по размерам и форме его тела, развитию мускулатуры, функциональным возможностям дыхания и кровообращения, по показателям физической работоспособности.

**Основными показателями физического развития являются:**

1) Показатели телосложения: рост, вес, осанка, объемы и формы отдельных частей тела, величина жироотложений и т.д. Эти показатели характеризуют, прежде всего, биологические формы (морфологию) человека.

2) Показатели развития физических качеств человека: силы, скоростных способностей, выносливости, гибкости, координационных способностей. Эти показатели в большей мере отражают функции мышечной системы человека.

3) Показатели здоровья, отражающие морфологические и функциональные изменения физиологических систем организма человека. Решающее значе-

ние на здоровье человека оказывает функционирование сердечно-сосудистой, дыхательной и центральной нервной систем, органов пищеварения и выделения, механизмов терморегуляции и др.

Физическое развитие каждого человека во многом зависит от таких факторов как наследственность, среда и двигательная активность.

Наследственность обуславливает тип нервной системы, телосложение, осанку и др. Причем генетически наследственная предрасположенность в большей мере определяет потенциальные возможности и предпосылки хорошего или плохого физического развития.

Конечный же уровень развития форм и функций организма человека будет зависеть от условий жизни (среды) и от характера двигательной деятельности.

Процесс физического развития подчиняется закону единства организма и среды и, следовательно, существенным образом зависит от условий жизни человека. К ним относятся условия быта, труда, воспитания, материального обеспечения, а также качество питания (калорийность сбалансированность), все это влияет на физическое состояние человека и определяет развитие и изменение форм и функций организма.

Определенное влияние на физическое развитие человека оказывает климатическая и географическая среда и экологические условия проживания.

Под влиянием систематических тренировочных занятий человек может существенно улучшать практически все двигательные способности, а также успешно устранять средствами физической культуры различные недостатки телосложения и врожденные аномалии, например, сутулость, плоскостопие и др.

Физическое развитие проходит ряд последовательных периодов и этапов. В настоящее время пока еще нет общепринятой периодизации физического развития. Обобщая данные различных авторов, можно с известной условностью выделить следующие основные возрастные периоды и этапы развития человека:

#### Периоды становления форм и функций организма

1. Период внутриутробного развития — до 9 месяцев (по Х. Фирордту).
2. Период новорожденного — от 1 до 5 недель после рождения.
3. Период детства — до 6-го года жизни (по Х. Фирордту).
4. Период отрочества — от 7-го до 15-го года жизни (по Х. Фирордту).
5. Период юности — от 16-го до 20-го года жизни (по Х. Фирордту).

#### Зрелость

6. Первый период зрелости — 20—40 лет.
7. Второй период зрелости (средний возраст) — 40—55 лет (мужчины); 40—50 лет (женщины) (по И. М. Саркизову-Серазини).

#### Старение

8. Первый период старения (пожилой возраст) — 55—65 лет (мужчины); 50—60 лет (женщины) (по И. М. Саркизову-Серазини).

9. Второй период старения (старший возраст) — 65 лет (мужчины); старше 60 лет (женщины).

Возрастная физиология - раздел физиологии человека и животных, изучающий закономерности становления и развития физиологических функций организма на протяжении онтогенеза — от оплодотворения яйцеклетки до конца жизни. В. ф. устанавливает особенности функционирования организма, его систем, органов и тканей на разных возрастных этапах. Жизненный цикл всех животных и человека складывается из определённых стадий или периодов. Так, развитие млекопитающих животных проходит следующие периоды: внутриутробный (включающий фазы эмбрионального и плацентарного развития), новорождённости, молочный, полового созревания, зрелости и старения.

Для человека предложена (Москва, 1967) следующая возрастная периодизация: 1. Новорождённый (от 1 до 10 суток).

2. Грудной возраст (от 10 суток до 1 года).

3. Детство:

а) раннее (1—3 года),

б) первое (4—7 лет),

в) второе (8—12 лет мальчики, 8—11 лет девочки).

4. Подростковый возраст (13—16 лет мальчики, 12—15 лет девочки).

5. Юношеский возраст (17—21 год юноши, 16—20 лет девушки).

6. Зрелый возраст:

1-й период (22—35 лет мужчины, 21—35 лет женщины);

2-й период (36—60 лет мужчины, 36—55 лет женщины).

7. Пожилой возраст (61—74 года мужчины, 56—74 года женщины).

8. Старческий возраст (75—90 лет).

9. Долгожители (90 лет и выше).

Каждый из перечисленных периодов характеризуется количественными и качественными особенностями физического развития. В периоды становления организма наблюдаются прогрессивные изменения всех признаков физического развития.

Периоды зрелости характеризуются вначале все большим уменьшением степени морфологических и функциональных изменений, а затем — относительной стабилизацией большинства признаков физического развития (показателей роста, размеров тела, веса и другого).

Физическое развитие происходит постепенно, но неравномерно. Как видно из приводимых данных (см. таблицы 19.1 — 19.4), наиболее высокие темпы физического развития наблюдаются в первые периоды жизни. За относительно небольшие отрезки времени происходят наиболее значительные изменения

форм и функций. Вместе с тем в эти периоды организм наиболее пластичен, то есть наиболее легко поддается изменениям под влиянием тех или иных внешних условий.

Поэтому в годы становления организма имеются наиболее благоприятные возможности для направленных воздействий на процесс физического развития для физического воспитания.

Таблица 19.1 – Изменение роста, веса и окружности груди человека от рождения до 18 лет (по материалам сотрудников Института педиатрии и других авторов, обобщенным В. И. Хлопковым. Данные относятся к детям и юношам г. Москвы (1956-58 гг.))

Возраст, годы	Рост, см		Вес, кг		Окружность груди, см	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
При рождении	50,8	50,2	3,5	3,3	36,3	35,9
1	75,3	74,0	10,5	10,0	48,9	47,7
2	85,9	85,0	12,7	12,1	51,8	50,0
3	93,8	92,9	14,6	14,3	53,2	52,3
4	100,0	99,6	15,9	15,4	54,1	53,1
5	107,3	106,1	17,8	17,5	55,8	54,9
6	114,0	112,4	20,4	19,9	57,6	56,6
7	123,2	122,3	24,0	23,8	58,8	57,4
8	124,9	123,9	24,4	24,8	59,4	58,2
9	131,0	130,3	27,8	27,4	62,0	59,3
10	136,1	136,0	30,4	30,8	64,0	62,6
11	140,5	140,6	32,8	32,7	66,0	64,3
12	144,5	149,0	35,5	38,5	66,3	67,5
13	150,2	154,0	39,4	42,7	69,6	69,7
14	158,7	156,5	46,1	46,8	73,1	72,3
15	164,8	159,3	52,2	51,3	76,3	74,3
16	167,2	159,5	56,4	53,0	80,5	76,3
17	171,1	160,2	60,1	55,1	81,4	77,3
18	172,0	161,0	61,5	55,3	84,5	79,1

Таблица 19.2 – Изменение мышечной силы (по средним данным Х. Фирордта)

Возраст, годы	Наибольший груз, поднимаемый обеими руками, кг	
	муж.	жен.
6	10,3	—
7	14,0	—
8	17,0	11,8
9	20,0	15,5
10	26,0	16,2
11	29,8	19,5
12	33,6	23,0
13	39,8	26,7
14	47,9	33,4
15	57,1	35,6
16	63,9	37,7
20	84,3	45,2
30	89,0	52,6

Таблица 19.3 – Изменение жизненной емкости легких(по средним данным Н. А. Шалкова)

Возраст, годы	Жизненная емкость легких, см <sup>3</sup>	
	муж.	жен.
4	1100	
5	1200	
6	1200	1100
7	1400	1200
8	1600	1300
9	1700	1450
10	1800	1650
11	2100	1800
12	2200	2000
13	2200	2100
14	2700	2400
15	3200	2700
16	4200	2800
17	4000	3000

Таблица 19.4 – Изменение с возрастом ударного объема сердца (по данным С. Е. Соловьева)

Возраст	Ударный объем сердца, см <sup>3</sup>
Новорожденный	2,5
1 год	10,2
7 лет	28,0
12 лет	41,0
Взрослые	60 и более

(УОС - количество крови, нагнетаемого сердцем в сосуды при каждом сокращении)

Нельзя отменить объективные законы физического развития, но можно использовать их в целях «управления» процессом физического развития так, чтобы придать ему направление, необходимое для полноценной жизни (в частности, отодвинуть наступление периодов старения), обеспечить гармоничное совершенствование всех органов и систем, приобрести физические способности, необходимые для творческого труда.

Первостепенную роль в решении данной проблемы играет физическое воспитание.

Оно включает систему педагогически-организованных воздействий на физическое развитие, которые осуществляются посредством физических упражнений, оздоровливающих факторов природы — солнечных облучений, свойств воздуха и воды и гигиенических условий (режим быта и другие).

Основным средством при этом служат физические упражнения.

Значение их как фактора воздействия на физическое развитие наглядно выявляется при сопоставлении показателей физического развития у лиц, систематически занимающихся и не занимающихся физическими упражнениями (см. таблицу 19.5).

Таблица 19.5 – Некоторые показатели физического развития юношеской, систематически занимающихся и не занимающихся физическими упражнениями (по средним данным С. Л. Летунова и Р. Е. Мотылпинской)

Показатели физического развития	Возраст:					
	15 – 16 лет		17 – 18 лет		19 – 20 лет	
	занимающиеся	незанимающиеся	занимающиеся	незанимающиеся	занимающиеся	незанимающиеся
Вес, кг	53,6	48,9	59,0	52,0	64,8	58,0
Рост, см	160,8	157,2	166,8	159,0	169,4	165,0
Окружность грудной клетки, см	76,8	71,3	85,6	80,9	89,3	86,6
Сила правой кисти, кг	42,0	34,0	45,8	37,0	48,1	42,5
Становая сила, кг	131,3	110	137,5	114,5	159,1	120,0
Спирометрия, см <sup>3</sup>	3750	3235	4320	3356	4650	3750

Систематически выполняя разнообразные физические упражнения, человек целесообразно изменяет, повышает свои функциональные возможности. Это, в свою очередь, ведет к изменению форм строения организма (в соответствии с формообразующей ролью функции).

Метод антропометрических индексов не дает возможности полностью характеризовать те или иные данные, но позволяет периодически делать ориентировочные оценки изменений пропорциональности физического развития.

Весо-ростовой индекс или показатель, или *весо-ростовой индекс Кетле, или показатель упитанности*. Вычисляется делением массы тела на его длину.

В норме (средний показатель) частное от деления должно равняться 350(370)-400 г/см для мужчин и 325-375 г/см для женщин. Для мальчиков 15 лет — 325 г на 1 см, для девочек того же возраста — 318 г на 1 см роста. Данные весо-ростового показателя говорят об излишке массы или наоборот.

Таблица 19.6 – Весо-ростовой индекс Кетле

Количество граммов на сантиметр роста	Показатель упитанности
Больше 540	Ожирение
451—540	Чрезмерный вес
416—450	Излишний вес
401—415	Хорошая
400	Наилучшая для мужчин
390	Наилучшая для женщин
360—389	Средняя
320—359	Плохая
300—319	Очень плохая
200—299	Истощение

Росто-весовой показатель (или индекс Брука) вычисляется по формуле:  
Рост(см) – 100 = масса (кг)

Результат показывает нормальную для человека данного роста массу тела. Это наиболее простой и общедоступный показатель.

Однако вычитание цифры 100 применимо лишь для оценки росто-весового показателя взрослых людей низкого роста (155-165 см). При росте 165-175 см надо вычитать не 100, а 105 единиц, при росте 175-185 см - 110

единиц. Например, при росте 173 см масса должна быть равна 68 кг (173-105=68).

Формула для определения идеального веса была разработана в 1871 году французским хирургом и антропологом Полем Броком. Формула подходит для людей выше 155 и ниже 185 сантиметров среднего телосложения. Это уточненное определение для первой его известной формулы (рост минус 100):

Индекс Броком для женщин:

Идеальный вес =0,85 (Рост - 100)

Индекс Броком для мужчин:

Идеальный вес = 0,9 (Рост - 100)

*Масса тела (вес) для взрослых рассчитывается по формуле Бернгарда:*

**Вес = (рост \* объем груди) / 240**

Формула дает возможность учитывать особенности телосложения.

*Прогнозирование роста.* Известно, что рост продолжается до 17-19 лет у девушек и до 19-22 лет у юношей. При этом периоды его ускорения перемежаются с периодами относительного замедления. Самый интенсивный рост наблюдается в первый год жизни ребенка (в среднем на 24-25 см за год). От года до 2-х лет девочки вырастают самое меньшее на 11 см, мальчики на 10 см. Скорость роста в этом периоде не должна превышать 13 см в год. В возрасте от 2 до 5 лет мальчики и девочки вырастают в среднем на 6 см в год, максимум на 8 см в год. До начала полового созревания мальчики выше девочек.

После 5 лет до начала интенсивного пубертатного роста скорость роста в нормальных условиях составляет 5 см в год. В пубертатном периоде наступает специфический скачок роста с пиком среднего годового увеличения 9,5 см для мальчиков и 8 см для девочек, причем ускорение роста у девочек начинается на 2 года раньше (на период от 10 до 12 лет), чем у мальчиков (ускорение роста у мальчиков приходится на период от 13 до 16 лет). В результате в 11-12 лет девочки выше и тяжелее мальчиков. В последующие годы темп роста постепенно снижается.

После 14 лет появляются зоны окостенения в эпифизарных хрящах (так называемых зонах роста), которые находятся между телом трубчатых костей и их головками. В этих зонах происходит размножение хрящевых клеток, которые обусловливают рост кости в длину. В последующем зоны обозначаются и окостеневают. Окостенение хрящевых тел приводит к закрытию зон роста в результате роста тела в длину прекращается.

В различных костях закрытие зон роста происходит в разные сроки. Рост тела в длину в основном прекращается в 17 лет у девушек и в 19 лет у юношей. Окончательное прекращением роста тела наблюдается к 22-25 годам. В настоящее время средним ростом мужчин считается 176 см, женщин - 164 см.

Измерение роста с помощью ростомера: встать в положение "смирно" спиной к вертикальной стойке ростомера, касаясь ее пятками, ягодицами и ло-

патками (или межлопаточной областью). Голову держать так, чтобы нижний край глазницы и верхний край наружного слухового отверстия были на одной горизонтальной линии. Подвижную планку ростомера опустить до соприкосновения с головой (без надавливания). Точность измерения - до 0,5 см.

Факторы, влияющие на рост:

1) Наследственность. У родителей с малым ростом не часто бывают высокорослые дети. На длину тела ребенка при его рождении наследственность не влияет.

2) Питание. Должно быть рациональным и соответствовать потребностям организма как по качественному составу (соотношения белков, жиров, углеводов, содержанию витаминов, минеральных солей и т.д.), так и по количественному (калорийности, объему пищи и т. д.). Неполноценное питание матери во время беременности, а в последующем и ребенка, существенно сказывается на его росте. Только за счет рационального питания рост может быть увеличен на 10%.

3) Заболевания желез внутренней секреции (эндокринных желез) и хронические заболевания детского возраста. При заболеваниях эндокринных желез может отмечаться как ускорение роста, так и его замедление. Хронические заболевания детского возраста (гепатит, почечная недостаточность, сердечные аномалии, хронические заболевания легких, тяжелые анемии) связывают с отставанием роста.

4) Внешние факторы: географическая среда, климат

5) Здоровый образ жизни: соблюдение требований гигиены, отказ от вредных привычек, занятия физической культурой и спортом (особенно для развивающегося организма). При малой физической активности происходит задержка в развитии костей и рост может замедляться. Он также может замедляться при продолжительных и чрезмерных статических нагрузках. Экстремальные нагрузки динамического характера вызывают лишь незначительный рост костей в длину. На сегодняшний день не вызывает сомнения тот факт, что регулярные занятия физической культурой и спортом способствуют усилению роста организма, стимулируют его развитие. В то же время чрезмерно высокие физические нагрузки могут в значительной степени замедлить и даже остановить процесс роста.

Несмотря на то, что рост тела в длину происходит неравномерно, в возрасте от 3 до 14-16 лет отношение между ростом и возрастом близко к линейному и без особых погрешностей может быть описано простыми уравнениями.

Формула роста:

для девочек нормостенического типа телосложения в возрасте от 3 до 14 лет:

$$\text{Рост (см)} = 6 \times \text{возраст (годы)} + 76 \quad (19.1)$$

для мальчиков нормостенического типа телосложения в возрасте от 3 до 16 лет:

$$\text{Рост (см)} = 6 \times \text{возраст (годы)} + 77 \quad (19.2)$$

Рассчитанные по указанным формулам величины роста (см. таблицу 19.7) отклоняются от средних фактических величин не более чем на + 2,5 см для мальчиков и 3-3,5 см - для девочек.

Таблица 19.7 – Должные величины роста для мальчиков и девочек нормостенического типа телосложения

Возраст, лет	Рост, см	
	мальчики	девочки
3	95	94
4	101	100
5	107	106
6	113	112
7	119	118
8	125	124
9	131	130
10	137	136
11	143	142
12	149	148
13	155	154
14	161	160
15	167	-
16	173	-

Окончательный рост ребенка может отличаться от должного, что зависит в первую очередь от роста его родителей.

Формулы прогнозирования окончательного роста детей исходя из величины роста их родителей

$$\text{Окончательная длина тела для мальчиков} = (\text{рост отца [см]} + \text{рост матери [см]}) \times 0,54 - 4,5 \quad (19.3)$$

$$\text{Окончательная длина тела для девочек} = (\text{рост отца [см]} + \text{рост матери [см]}) \times 0,51 - 7,5 \quad (19.4)$$

В большинстве случаев формулы 3, 4 дают верный прогноз. Неверность прогноза может быть обусловлена тем, что окончательная длина тела определяется не только ростом родителей, но и ростом их более дальних предков и родственников, а также целым рядом других факторов.

Достаточно точно рост можно спрогнозировать в возрасте 8–11 лет. В более раннем возрасте (до 8 лет) и в период полового созревания прогнозирова-

ния роста менее точны. Предсказать конечный рост по годовым приростам длины тела практически невозможно.

Оценка темпа роста ребенка производится на основании сравнения действительной величины роста ребенка с должной (таблица 19.8).

Таблица 19.8 – Рост мальчиков и девочек в зависимости от роста родителей

Рост мальчиков и девочек										
лет	рост, см								рост, %	
	мальчики				девочки				мальчики	девочки
	170	175	180	185	155	160	165	170		
1	73,70	75,86	78,03	80,20	70,88	73,20	75,45	77,74	43,35	45,73
2	82,96	85,40	87,84	90,28	81,28	83,90	86,43	89,15	48,80	52,44
3	92,48	95,20	97,92	100,64	88,85	91,71	94,58	97,44	54,40	57,32
4	98,04	100,92	103,81	106,69	94,71	97,78	100,82	103,87	57,67	61,10
5	104,81	107,89	110,97	114,05	101,10	104,88	108,16	111,44	61,65	65,55
6	110,11	113,35	116,59	119,92	107,37	110,83	114,30	117,76	64,77	69,27
7	117,35	120,80	124,25	127,71	114,84	118,54	122,25	125,95	69,03	74,09
8	122,20	125,79	129,38	132,98	119,09	122,93	126,77	130,61	71,88	76,83
9	128,42	132,25	136,03	139,80	124,28	128,29	132,30	136,31	75,57	80,18
10	133,88	137,81	141,75	145,69	130,43	134,42	138,85	143,06	78,75	84,15
11	137,16	141,19	145,22	149,26	134,21	138,54	142,87	147,20	80,68	86,59
12	141,51	145,67	148,83	153,99	142,71	147,31	151,92	157,15	83,24	92,07
13	147,31	151,64	155,97	160,30	146,49	151,22	155,94	160,67	86,65	94,51
14	153,10	157,61	162,11	167,61	150,27	155,12	159,97	164,82	90,06	96,95
15	160,82	165,55	170,28	175,01	150,75	155,62	160,48	165,34	94,60	97,26
16	167,09	172,01	176,92	180,84	153,11	158,05	162,99	167,93	98,29	98,78
17	168,84	173,81	178,78	183,74	154,54	159,52	164,51	169,49	99,32	99,70
18	169,61	174,60	179,59	184,57	155,00	160,00	165,00	170,00	99,77	100,00
19	169,81	174,81	179,80	184,80	155,00	160,00	165,00	170,00	99,89	100,00
20	170,00	175,00	180,00	185,00	155,00	160,00	165,00	170,00	100,00	100,00

Темп роста ребенка - один из показателей нормального физического развития организма. Проследив регулярно рост и развитие ребенка можно обнаружить нарушение основных показателей растущего детского организма, имеющих важное значение для клиники детских заболеваний.

Обнаружив отставание фактического роста вашего ребенка от должного, без промедления обращайтесь к врачу для выяснения причины.

Воздействия на процессы роста эффективны в основном до 16-18 лет у женщин и 18-20 лет у мужчин, т. е. пока не закрыты зоны роста в эпифизах. Своевременное устранение неблагоприятных факторов, сказывающихся на росте, применение комплекса мер, стимулирующих рост, предупреждает низкорослость, которая сейчас, на фоне существующей акселерации является состоянием, связанным с тяжелыми психологическими проблемами ребенка.

После прекращения роста в длину (с 20 до 25 лет) увеличить рост возможно за счет исправления дефектов осанки (например, сколиоза) или устранения сколиозов (боковых искривлений позвоночника). Увеличение роста при этом может достигнуть 5 см, а в некоторых случаях 10 см и более.

Зная длину тела в двух положениях, можно найти коэффициент пропорциональности (КП), который измеряется в процентах

$$КП = ((L_1 - L_2) / L_2) * 100,$$

где  $L_1$  - длина тела в положении стоя;  $L_2$  - длина тела в положении сидя.

В норме КП = 87-92 %. Величина показателя позволяет судить об относительной длине ног: меньше 87 % — малая длина по отношению к длине туловища, 87—92 % — пропорциональное физическое развитие, более 92 % — относительно большая длина ног.

Коэффициент имеет определенное значение при занятиях спортом. Лица с низким КП имеют при прочих равных условиях более низкое расположение центра тяжести, что дает им преимущество при выполнении упражнений, требующих высокой устойчивости тела в пространстве (горнолыжный спорт, прыжки с трамплина, борьба и др.). Лица, имеющие высокий КП (более 92 %), имеют преимущество перед лицами с низким КП в прыжках, беге. У женщин коэффициент пропорциональности ниже, чем у мужчин.

*Индекс пропорциональности развития грудной клетки (индекс Эрисмана):*

Индекс пропорциональности развития грудной клетки равен разности между величиной окружности грудной клетки (в паузе) и половиной длины тела:

обхват грудной клетки в паузе (см) — (рост (см) / 2)

+5,8 см (5 – 8 см) для мужчин и +3,3 см (3 – 4 см) для женщин.

Полученная разница, если она равна или выше названных цифр, указывает на хорошее развитие грудной клетки. Разница ниже, или с отрицательным значением свидетельствует об узкогрудии.

Показатель крепости телосложения (индекс Пинье) выражает разницу между длиной тела и суммой массы и окружности грудной клетки на выдохе.

Индекс Пинье – это показатель, характеризующий тип телосложения человека. Рассчитывается на основании определения соотношения роста, веса и обхвата груди.

Индекс Пинье = Рост (см) – Вес (кг) – Обхват груди (см)

Полученным значениям индекса Пинье соответствует тип телосложения, который можно определить по таблице 19.9:

Таблица 19.9 – Индекс Пинье

Индекс Пинье	Тип телосложения	Индекс Пинье	Тип телосложения
менее 10	крепкое	26 - 35	слабое
10 - 20	нормальное	Более 36	очень слабое
21 - 25	среднее		

Следует, однако, учитывать, что показатель крепости телосложения, который зависит от развития грудной клетки и массы тела, может ввести в заблуждение, если большие значения массы тела и окружности грудной клетки отражают не развитие мускулатуры.

## 2. Примеры выполнения заданий

**Задание 1:** Оцените темп роста ребенка: мальчик 12 лет, рост 151 см. Рост отца - 176 см, рост матери - 164 см.

### Решение

Прогноз роста для ребенка определяем по формуле (19.3):  $(176 + 164) \times 0,54 - 4,5 = 179,1$  см

По таблице 19.8 определяем, что в 12 лет рост мальчика должен составлять 83,24% от окончательной величины роста взрослого, что от 179,1 см составляет:

$$179,1 \times 83,24\% / 100\% = 149,08 \text{ см.}$$

Так как фактический рост ребенка 151 см, а должный рост 149,08 - имеем опережение расчетного (должного) роста на 2 см.

**Задание 2:** Определите тип телосложения человека по индексу Пинье, если рост 181 см, масса 80 кг, окружность грудной клетки 90 см.

### Решение

Индекс Пинье – это показатель, характеризующий тип телосложения человека. Рассчитывается на основании определения соотношения роста, веса и обхвата груди.

Индекс Пинье = Рост (см) – Вес (кг) – Обхват груди (см)

При росте 181 см, массе 80 кг, окружности грудной клетки 90 см этот показатель будет равен  $181 - (80+90) = 11$ . По таблице 19.9 определяем, что телосложение «нормальное».

### 3. Задания для самостоятельной работы

**Задание:** оценить физическое развитие человека.

#### Выполнение задания

Провести необходимые измерения антропометрических показателей. Результаты измерений записать в таблице 19.10.

Таблица 19.10 – Оценка физического развития по методу индексов

Пол \_\_\_\_\_, возраст \_\_\_\_\_ лет, рост \_\_\_\_\_ см, масса тела \_\_\_\_\_ кг, окружность груди \_\_\_\_\_ см, рост сидя \_\_\_\_\_ см, рост отца \_\_\_\_\_ см, рост матери \_\_\_\_\_ см.

№ п/п	Индекс	Формула расчета	Нормативные значения	Собственные данные	Оценка
1	Весо-ростовой (Кетле, упитанности)	масса тел(г)/рост(см)			
2	Росто-весовой (Брока)	рост(см)-100 (рост(см)-100)*0,85 (рост(см)-100)*0,9			
3	Бернгарда	Вес=(рост(см)* объем груди(см))/240			
4	Прогнозирование роста	Рост (см) = 6 x возраст (годы) + 76 (для девочек) Рост (см) = 6 x возраст (годы) + 77 (для мальчиков) (рост отца, см + рост матери, см) x 0,51 - 7,5 (для девочек) (рост отца, см + рост матери, см) x 0,54 - 4,5 (для мальчиков)			
5	Коэффициент пропорциональности, %	((рост стоя — рост сидя)/ рост сидя) x 100	87 – 92%		
6	Эрисмана	обхват грудной клетки в паузе, см — $\frac{1}{2}$ рост, см			
7	Пинье	Рост, см – (масса, кг+Огр, см)			
	Выводы: Уровень физического развития низкий (средний, высокий)				

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Дайте определение физического развития.
- 2) Назовите показатели физического развития.
- 3) От каких факторов зависит физическое развитие человека?
- 4) Периоды физического развития.
- 5) Что изучает возрастная физиология?
- 6) Значение физического воспитания для физического развития.
- 7) Какие индексы могут использоваться для оценки физического развития?

### Практическое занятие 20

**Тема:** Тяжесть труда. Классификация работ по уровню энергозатрат

**Цель:** освоение методов оценки основного обмена веществ

**Форма проведения занятия – упражнения**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к выполнению задания рекомендуется изучение соответствующих тем [1-2].

Обмен веществ и энергии между организмом и внешней средой – неотъемлемое свойство живой материи. Процесс обмена заключается в непрерывном усвоении (ассимиляции) питательных веществ, накоплении энергии в клетках и одновременном разрушении (диссимиляции) сложных органических веществ, из которых состоят клетки, высвобождении энергии и ее превращении. Энергия, высвобождающаяся при диссимиляции, обеспечивает все жизненные процессы организма (кровообращение, дыхание, мышечное сокращение и т. д.).

*Расчет основного обмена по таблицам.* Таблицы Гаррис-Бенедикта (таблица 20.1) для расчета основного обмена составлены на основании математического анализа многочисленных измерений основного обмена веществ здоровых людей при помощи специальных аппаратов. При составлении таблиц учтены все факторы, влияющие на основной обмен (пол, возраст, вес, рост), поэтому вычисленные по таблицам и определяемые по приборам показатели основного обмена у здоровых людей очень близки по своему значению (в норме разница не должна превышать 10 %). При сопоставлении этих среднестатистических величин с результатами, полученными при исследовании рабочего обмена с помощью приборов, можно вычислить затраты энергии для выполнения той или иной нагрузки.

Таблица 20.1 – ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЕТА ОСНОВНОГО ОБЪЕМА МУЖЧИН (1ККАЛ = 4,19 Дж)

Окончание таблицы 20.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
66	974	107	1538	128	433	408	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	988	108	1552	132	473	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	1002	109	1565	136	513	488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	1015	110	1579	140	553	528	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	1029	111	1593	144	593	568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	1043	112	1607	148	633	608	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	1057	113	1620	152	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484	470	457
73	1070	114	1634	156	713	678	669	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504	490	477
74	1084	115	1648	160	743	708	659	645	631	618	605	591	578	564	551	537	524	510	497
75	1098	116	1662	164	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	544	530	517
76	1112	117	1675	168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564	550	537
77	1125	118	1689	172	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584	557	548
78	1139	119	1703	176	843	808	729	725	718	698	685	671	658	644	631	617	604	590	577
79	1153	120	1717	180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624	610	597
80	1167	121	1730	184	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	644	630	617
81	1180	122	1744	188	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664	650	637
82	1194	123	1758	192	923	888	819	805	762	778	765	751	738	724	711	697	684	670	657
83	1208	124	1772	196	-	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704	690	677
84	1222	-	-	200	-	-	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	724	710	697

С помощью ростомера измеряют рост испытуемого и взвешивают его, чтобы определить массу. Если взвешивание производили в одежде, то полученный результат следует уменьшить на 5 кг для мужчин и на 3 кг для женщин. Далее используют таблицы.

*Расход энергии* Любая деятельность связана с расходом энергии. Суточный расход энергии складывается из основного обмена, величины повышения обмена при приеме пищи и величины повышения обмена при различной деятельности. Энергетические траты организма выражаются в ккал.

Для определения расхода энергии применяются различные методы, в частности метод определения расхода энергии по газообмену. С его помощью определяют энергетические траты организма при различных условиях: в покое, во время производственной, бытовой и спортивной деятельности. Результаты этих наблюдений представлены в многочисленных таблицах, как правило, в виде суммарных данных, которые включают три величины: основной обмен, величину повышения обмена при приеме пищи и величину повышения обмена в результате работы (см. таблицу 20.2).

Таблица 20.2 – Расход энергии (включая основной обмен) при различных видах деятельности (по данным Молчановой О.П., Крестовникова А.Н., Кравчинского Б.Д. и др.)

Вид деятельности	Энерготраты в 1 мин. на 1 кг веса тела (ккал)
1	2
<b>Ходьба:</b>	
110 шагов/мин.	0,0690
6 км/ч	0,0714
8 км/ч	0,1548
<b>Бег со скоростью</b>	
8 км/ч	0,1357
10,8 км/ч	0,178
<b>Гимнастика:</b>	
вольные упражнения	0,0845
упражнения на снарядах	0,1280
Езда на велосипеде со скоростью 10-20 км/ч	0,1285
<b>Бокс:</b>	
упражнения со скакалкой	0,1033
упражнения с пневматической грушей	0,1125
бой с тенью	0,1733
удары по мешку	0,2014
<b>Борьба</b>	0,1866
Плавание со скоростью 50 м/мин.	0,1700
Физические упражнения	0,0648
<b>Умственный труд:</b>	
в лаборатории сидя (практическое занятие)	0,0250
в лаборатории стоя (практические занятия)	0,0360
Печатание на машинке (компьютере)	0,0333

## Окончание таблицы 20.2

1	2
Занятия в учебном заведении	0,0264
Езда на работу(учебу) в автобусе	0,0267
Личная гигиена	0,0329
Прием пищи сидя	0,0236
Отдых:	
стоя	0,0264
сидя	0,0229
лежа (без сна)	0,0183
Уборка постели	0,0329
Сон	0,0155

### 3. Задания для самостоятельной работы

**Задание 1:** определите суточный расход энергии хронометражно-табличным методом.

#### Выполнение задания

Порядок определения суточного расхода энергии с помощью хронометражно-табличного метода следующий:

- 1) подготовить рабочую таблицу (см. таблицу 20.3);

Таблица 20.3 – Рабочая таблица для определения суточного расхода энергии

Вид дея- тельности	Время (от - до, ч. мин.)	Продолжи- тельность (мин.)	Расход энергии в 1 мин. на 1 кг веса тела (ккал)	Вычисление расхода энергии (ккал на 1 кг ве- са тела)

2) провести хронометраж дня и определить время выполнения различных видов деятельности;

3) найти по таблице для каждого вида деятельности соответствующие данные энергетических трат, которые указываются как суммарная величина расхода энергии в ккал за 1 мин на 1 кг веса тела. Если в таблице тот или иной вид деятельности не указан, то следует пользоваться данными, относящимися к близкой по характеру деятельности;

4) вычислить расход энергии при выполнении определенной деятельности за указанное время, для чего умножить величину энергетических трат при данном виде деятельности на время ее выполнения;

5) определить величину, характеризующую суточный расход энергии на 1 кг веса тела, суммировав полученные данные расхода энергии при различных видах деятельности за сутки;

6) вычислить суточный расход энергии, для чего величину суточного расхода энергии на 1 кг веса тела умножить на вес тела и к полученной величине прибавить 15% с целью покрытия неучтенных энерготрат.

С помощью хронометражно-табличного метода суточный расход энергии можно определить лишь ориентировочно, так как нельзя полностью учесть все виды деятельности человека в течение дня. Кроме того, приводимые в таблицах энерготраты имеют относительное значение так как расход энергии человеком (даже при выполнении одного и того же вида деятельности) может колебаться по разным причинам: условия труда, состояние организма, уровень тренированности и др. Вместе с тем этот метод позволяет вычислить суточный расход энергии в пределах, достаточных для практических целей, и использовать эти данные при организации лечебно-профилактического питания (например: спортсменов, лиц, занятых на тяжелых работах в особых условиях труда и т.д.)

Пример расчета основного обмена представлен в таблице 20.4.

Таблица 20.4 – Пример заполнения рабочей таблицы для определения суточного расхода энергии

Вид деятельности	Время (от - до, ч. мин.)	Продолжительность (мин.)	Расход энергии в 1 мин. на 1 кг веса тела (ккал)	Вычисление расхода энергии (ккал на 1 кг веса тела)
Зарядка (физические упражнения)	7.00 - 7.15	15	0,0648	0,0648*15=0,972
Личная гигиена	7.15 - 7.30	15	0,0329	0,0329*15=0,493
Уборка постели	7.30 - 7.40	10	0,0329	0,0329*10=0,329
Завтрак				
Езда на учебу в автобусе				
Работа в лаборатории сидя				
и т.д.				
Прогулка				
Личная гигиена				
Сон	23.00-7.00	480	0,0155	0,0155*480=7,44
Итого		24 часа		42,27

Полученная в результате суммирования величина 42,27 ккал показывает расход энергии за сутки на 1 кг веса тела. Для определения суточного расхода энергии умножают указанную величину на вес тела (75 кг):  $42,27*75=3170$  ккал.

Далее вычисляют 15% от полученной величины (неучтенные энерготраты) и прибавляют к показателю суточного расхода энергии:  $3170+476=3646$  ккал.

В итоге получают величину суточного расхода энергии для данного человека - 3646 ккал.

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем заключается хронометражно-табличный метод определения суточного расхода энергии?
- 2) Как классифицируются работы по тяжести (по уровню энерготрат)?
- 3) Дайте характеристику отдельных категорий работ по интенсивности энерготрат организма.

### Практическое занятие 21

#### Тема: Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности

**Цель:** ознакомление с методикой оценки последствий воздействия на человека неблагоприятных условий труда, а также вредных и травмоопасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту), наносящих ущерб здоровью, приводящих к сокращению жизни и повышению риска его гибели.

**Форма проведения занятия – упражнения**

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к решению задач рекомендуется изучение соответствующих тем [1-3].

Сокращение продолжительности жизни СПЖ – показатель скрытого ущерба здоровью; обобщенная характеристика ущерба неидентифицируемых (скрытых в отличие от проявленных – идентифицируемых) результатов воздействия опасности на человека как стохастических эффектов повреждения здоровья (суток за год).

Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Соответствия классов условий труда степеням отклонений действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов показаны далее в таблицах 21.1 - 21.8.

Уровни вредных воздействий, реально возможные в условиях производства, не ограничиваются значениями, соответствующими классу 3.4. При более высоких уровнях вредных факторов их воздействие на человека может стать травмирующим, т.е. опасным, соответствующим классу 4.

Работа в условиях труда 4-го класса допускается только в чрезвычайных ситуациях, связанных с ликвидацией аварий и проведением экстренных работ по предупреждению аварийных ситуаций. В таких случаях должны применяться средства индивидуальной защиты и строго соблюдаться специальные режимы проведения работ.

Таблица 21.1 – Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Класс условий труда	Вредные вещества							
	Вещества вызывающие острые отравления		Канцерогены, вещества опасные для репродуктивного здоровья человека	Аллергены		Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны	Наркотические анальгетики	Прочие вредные вещества 1–4-го классов опасности
	С остронаправленным механизмом действия (хлор, аммиак)	Раздражающего действия		Высоко опасные	Умерено опасные			
Допустимый: 2	≤ПДК	≤ПДК	≤ПДК	≤ПДК	≤ПДК	-	-	≤ПДК
Вредный:	1,1–2,0	1,1–2,0	1,1–2,0	–	1,1–2,0			1,1–3,0
3.1	2,1–4,0	2,1–5,0	2,1–4,0	1,1–3,0	2,1–5,0	-	-	3,1–10,0
3.2	4,1–6,0	5,1–10,0	4,1–10,0	3,1–15,0	5,1–15,0	-	+	10,1–15,0
3.3	6,1–10,0	10,1–50,0	>10,0	15,1–20,0	15,1–20,0	-	-	15,1–20,0
3.4						+	-	
Опасный: 4	>10,0	>50,0	-	>20,0	>20,0	–	–	>20,0

Таблица 21.2 – Превышение предельно допустимых уровней (ПДУ) шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Класс условий труда	Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	Фактор и его показатель				
		Вибрация локальная	Вибрация общая	Инфразвук, общий уровень звукового давления, измеренный по линейной шкале, дБ	Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот, дБ	Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ
Допустимый: 2	$\leq$ ПДУ	$\leq$ ПДУ	$\leq$ ПДУ	$\leq$ ПДУ	$\leq$ ПДУ	$\leq$ ПДУ
Вредный: 3.1	5	3/1,4	6/2	5	10	5
3.2	15	6/2	12/4	10	20	10
3.3	25	9/2,8	18/6	15	30	15
3.4	35	12/4	24/8	20	40	20
Опасный: 4	>35	>12/4	>24/8	>20	>40	>20

Таблица 21.3 – Превышение ПДУ неионизирующих электромагнитных полей и излучений, раз

Класс условий труда	Фактор											Широко-полосный электромагнитный импульс
	Геомагнитное поле (ослабленное)	Электростатическое поле	Постоянное магнитное поле	Электрические поля промышленной частоты (50 Гц)	Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)	Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ЭВМ	0,01–0,03 МГц	0,03–3,0 МГц	3,0–30,0 МГц	30,0–300,0 МГц	300,0 МГц–300,0 ГГц	
Оптимальный: 1	Естественный фон					-	Естественный фон					-
Допустимый: 2	≤ВДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ВДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ	≤ПДУ
Вредный: 3.1	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	>ВДУ	≤5	≤5	≤5	5	≤5	≤5
3.2	>5	>5	>5	>10	>10	-	≤10	≤10	≤5	≤5	≤5	>5
3.3	-	-	-	>10	>10	-	>10	>10	≤10	≤10	≤10	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	>10	>10	≤10	-
Опасный: 4	-	-	-	>40	-	-	-	-	-	>100	>100	>50

Таблица 21.4 – Превышение ПДУ неионизирующих электромагнитных излучений оптического диапазона (лазерное, ультрафиолетовое)

Класс условий труда	Излучение			
	Лазерное		Ультрафиолетовое	
	При хроническом воздействии	При однократном воздействии	При наличии производственных источников УФ-А, УФ-В, УФ-С, Вт/м <sup>2</sup>	При наличии источников УФО профилактического назначения (УФ-А), мВт/м <sup>2</sup>
Допустимый: 2	$\leq \text{ПДУ}_1$	$\leq \text{ПДУ}_2$	ДИИ	9-45
Вредный:	$> \text{ПДУ}_1$	$\leq \text{ПДУ}_2$	$> \text{ДИИ}$	-
3.1	-	$\leq 10 \text{ ПДУ}_2$	-	-
3.2	-	$\leq 100 \text{ ПДУ}_2$	-	-
3.3	-	$\leq 1000 \text{ ПДУ}_2$	-	-
3.4	-	-	-	-
Опасный: 4	-	$> 100$	-	-

Примечание. УФ – ультрафиолетовое излучение с длиной волны: УФ-А – 400–320 нм (длинноволновое, ближнее УФ-излучение); УФ-В – 320–280 нм (средневолновое, загарная радиация); УФ-С – 280–200 нм (коротковолновое, бактерицидная радиация), УФО – ультрафиолетовое облучение; ДИИ – допустимая интенсивность излучения.

Таблица 21.5 – Тяжесть трудового процесса

Показатель	Класс условий труда			
	Оптимальный: 1 (легкая физиче- сская нагрузка)	Допустимый: 2 (средняя физиче- сская нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			3.1	3.2
1	2	3	4	
<b>Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену кг*м):</b>				
При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м	До 2500 / 1500	До 5000 / 3000	До 7000 / 4000	Более 7000 / 4000
<b>При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):</b>				
При перемещении нагрузки на расстояние от 1 до 5 м	До 12 500 / 7500	До 25 000 / 15 000	До 35 000 / 25 000	Более 35 000/25 000
При перемещении нагрузки на расстояние более 5 м	До 24 000 / 14 000	До 46 000 / 28 000	До 70 000/ 40 000	Более 70 000/40 000
<b>Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг:</b>				
Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час)	До 15 / 5	До 30 / 3	До 35 / 12	Более 35 / 12
Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены	До 5 / 3	До 15 / 7	До 20 / 10	Более 20 / 10
<b>Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:</b>				
С рабочей поверхности	До 250 / 100	До 870/350	До 1500/700	Более 1500/700
С пола	До 100 / 50	До 435/175	До 600/350	Более 600/350

## Окончание таблицы 21.5

1	2	3	4	5
Стереотипные рабочие движения, количество за смену:				
При локальной нагрузке (с учетом мышц кистей и пальцев рук)	До 20 000	До 40 000	До 60 000	Более 60 000
При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	До 10 000	До 20 000	До 30 000	Более 30 000
Статическая нагрузка за смену при удержании груза, приложении усилий, 10 Н*с				
Одной рукой	До 18 000/11 000	До 36 000/22 000	До 70 000/42 000	Более 70 000/42 000
Двумя руками	До 36 000/22 000	До 70 000/42 000	До 140 000/84 000	Более 140 000/84 000
С участием мышц корпуса и ног	До 43 000/26 000	До 100 000/60 000	До 200 000/120 000	Более 200 000/120 000

*Примечание.* В числителе указаны данные для мужчин, в знаменателе – для женщин

Таблица 21.6 – Напряженность трудового процесса

Класс условий труда	Нагрузки			
	Интеллектуальные		Сенсорные	Эмоциональные
	Содержание работы	Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Длительность сосредоточенного наблюдения % от времени смены	Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки
1	2	3	4	5
Оптимальный: 1 (напряженность труда легкой степени)	Отсутствует необходимость принятия решений	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	До 25	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника

## Окончание таблицы 21.6

1	2	3	4	5
Допустимый: 2 (напряженность труда средней степени)	Решение простых задач по инструкции	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	26 – 50	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)
Вредный (напряженный труд)				
3.1	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Восприятие сигналов, с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	51 – 75	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)
3.2	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая алгоритма решений, единоличное руководство в сложных ситуациях	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности	Более 75	Несет ответственность за функционально качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, останов технологического процесса. Может возникнуть опасность для жизни

Таблица 21.7 – Параметры световой среды

Класс условий труда	Освещение				
	Естественное		Искусственное		
	Коэффициент естественного освещения (КЕО), %	Освещенность рабочей поверхности ( $E$ , лк) для разрядов зрительных работ		Прямая и зеркально отраженная блескость	Коэффициент пульсации освещенности, %
Допустимый: 2	$\geq 0,5$	$E_H$	$E_H$	Отсутствие	$K_{ph}$
Вредный: 3.1 3.2	$0,1 - 0,5 E_H$ $0,1 E_H$	$0,5 - 1 E_H$ $< 0,5 E_H$	$< E_H$ -	Наличие -	$K_{ph}$ -

Примечание. Индексом «н» обозначены нормативные значения параметров

Таблица 21.8 – Пороговые значения уровней вредных факторов для класса 4

Вредные факторы	Значения уровней факторов
Вредные вещества 1-го и 2-го класса опасности	$> 20$ ПДК
Вредные вещества опасные для развития острого отравления	$> 10$ ПДК
Шум, дБА	Превышение ПДУ $> 35$
Вибрация локальная, дБ	Превышение ПДУ $> 12$
Вибрация общая, дБ	Превышение ПДУ $> 24$
Тепловое излучение	$> 2800$ Вт/м <sup>2</sup>
Электрические поля промышленной частоты	$> 40$ ПДК
Лазерное излучение	$> 10^3$ ПДУ при однократном воздействии

### Оценка ущерба здоровью, обусловленного неблагоприятными условиями среды обитания

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства (производство, город, быт) суммарная оценка скрытого ущерба здоровью определяется через подсчет сокращения продолжительности жизни СПЖ<sub>Σ</sub>, в сутках потерянной жизни за год, по формуле

$$СПЖ_{\Sigma} = СПЖ_{пр} + СПЖ_{г} + СПЖ_б, \quad (21.1)$$

где СПЖ<sub>пр</sub>, СПЖ<sub>г</sub>, СПЖ<sub>б</sub> – время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его соответственно в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

Расчет снижения продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства осуществляется по формуле

$$СПЖ_{пр} = (K_{пр} + K_t + K_n)(T - T_n), \quad (21.2)$$

где K<sub>пр</sub> – ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды, сут./год; K<sub>т</sub> – ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год; K<sub>н</sub> – ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год; T – возраст человека, лет; T<sub>н</sub> – возраст к началу трудовой деятельности, лет.

Ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды K<sub>пр</sub>, рассчитывается в зависимости от класса вредности условий труда по таблице 21.9.

Таблица 21.9 – Определение скрытого ущерба здоровью на основании общей оценки класса условий труда

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год (K <sub>пр</sub> )
1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2 фактора класса 3.1	3.1	3,75
3 и более факторов 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,1
1 фактор класса 3.4	3.4	50,0
2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса K<sub>т</sub> определяется в зависимости от класса условий труда по таблице 21.10.

Таблица 21.10 – Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год ( $K_t$ )
Менее 3 факторов класса 2	2	-
3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
2 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса  $K_h$  определяется в зависимости от класса условий труда по таблице 21.11.

Таблица 21.11 – Скрытый ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса

Класс вредности условий труда	Время сокращения продолжительности жизни, сут./год	
	Диапазон	Среднее значение $K_h$
3.1	2,5 – 5,0	3,75
3.2	5,1 – 12,5	8,75
3.3	12,6 – 25,0	18,75
3.4	25,1 – 75,0	50,0
4	75,1	–

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды определяется по формуле

$$СПЖ_t = (K_{г1} T_t + K_{г2} t / 24 T_t), \quad (21.3)$$

где  $K_{г1}$  и  $K_{г2}$  – скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской среды соответственно от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год;  $t$  – время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, отнесенное к 24 ч, ч;  $T_t$  — количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий в предположении, что человек курит, определяется по формуле

$$СПЖ_б = (K_{б1}T + K_{б2}n/20T_k), \quad (21.4)$$

где  $K_{б1}$  и  $K_{б2}$  – скрытый ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год;  $n$  – количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым;  $T_k$  – стаж курильщика, лет.

Значения ущербов по городской среде  $K_{г1}$ ,  $K_{г2}$  и по бытовой среде  $K_{б1}$ ,  $K_{б2}$  приведены в таблице 21.12.

Таблица 21.12 – Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской и бытовой среды

Среда	Вредные факторы		
	Наименование	Обозначение	Ущерб, сут./год
Городская	Загрязнения воздуха в крупных городах	$K_{г1}$	5
	Ежедневная поездка в часы «пик» в общественном транспорте	$K_{г2}$	2
Бытовая	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	$K_{б1}$	7
	Ежедневное курение	$K_{б2}$	50

### Оценка риска получения человеком травм с различными исходами в производственных, городских и бытовых условиях

Вероятность получения травмы человеком в различных сферах его жизнедеятельности (производственной, городской, бытовой) оценивается величиной индивидуального риска  $R$ . При наличии соответствующих статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R=N_{tp}/N, \quad (21.5)$$

где  $N_{tp}$  – число травм за некоторый период времени;  $N$  – среднесписочная численность работавших за тот же период.

Количественным показателем производственного травматизма являются:

- 1) коэффициент частоты травматизма:

$$K_t=N_{tp}/N*1000; \quad (21.6)$$

- 2) коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом:

$$K_{ли} = N_{ли}/N * 1000, \quad (21.7)$$

где  $N_{ли}$  – число травм с летальным исходом.

Эти показатели определяют число пострадавших, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год). При известных  $K_{ч}$  и  $K_{ли}$  риски получения на производстве травмы  $R_{тр}$  и травмы с летальным исходом  $R_{ли}$  определяются по формулам

$$R_{тр} = K_{ч}/1000; \quad (21.8)$$

$$R_{ли} = K_{ли}/1000. \quad (21.9)$$

Значения  $K_{ч}$  и  $K_{ли}$  для различных отраслей экономики и отдельных профессий приведены в таблице 21.13.

Таблица 21.13 – Коэффициенты частоты травматизма ( $K_{ч}$ ) и частоты несчастных случаев с летальным исходом ( $K_{ли}$ ) для отдельных отраслей и некоторых профессий

Отрасль, профессия	Коэффициент частоты травматизма ( $K_{ч}$ )	Коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом ( $K_{ли}$ )
1	2	3
По всем отраслям	5,0	0,15
Промышленность (в среднем)	5,5	0,133
В том числе:		
Электроэнергетика	1,7	0,131
Тепловые сети	3	0,132
Черная металлургия	3,6	0,146
Цветная металлургия	4,5	0,216
Приборостроение	3,1	0,061
Автомобильная промышленность	4,6	0,069
Лесопильное производство	16,7	0,246
Мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
Сельское хозяйство	8,3	0,216
Транспорт (в среднем)	3,6	0,162
В том числе:		
Железнодорожный	1,3	0,111
Водный	5,0	0,345

Окончание таблицы 21.13

1	2	3
Авиационный	2,5	0,264
Строительство	5,3	0,312
Коммунальное хозяйство	3,2	0,037
Водитель	-	0,32
Электросварщик	-	0,20
Газосварщик	-	0,21
Грузчик	-	0,18
Слесарь	-	0,11
Крановщик	-	0,14

Риск гибели людей в непроизводственных условиях города  $R_g$  и быта  $R_b$  можно приближенно оценить, пользуясь данными приведенными в таблице 21.14.

Таблица 21.14 – Риск гибели людей в непроизводственных условиях

Причина гибели	В условиях города ( $R_g$ )	В условиях быта ( $R_b$ )
Автокатастрофа	2,5	$10^{-4}$
Авиакатастрофа	1	$10^{-5}$
Электротравма	6	$10^{-6}$
Падение человека	1	$10^{-4}$
Падение предметов на человека	6	$10^{-6}$
Воздействие пламени	4	$10^{-5}$
Утопление	3	$10^{-5}$
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	5	$10^{-7}$
Природные явления (молнии ураганы и пр.)	$10^{-6}$	$10^{-7}$

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R_{\Sigma} = \sum R_i, \quad (21.10)$$

где  $R_{\Sigma}$  – суммарный риск от n последовательных событий;  $R_i$  – вероятность индивидуального события.

*Порядок проведения работы.* Внимательно изучите вариант задания, выданный преподавателем. Подготовьте таблицу Отчета - см. таблицу 21.15.

Таблица 21.15 – Отчет по практической работе «Оценка условий жизнедеятельности»

Таблица О-1

Фактор	Класс условий труда					
	Оптимальный	Допустимый	Вредный			Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4

Класс условий труда по факторам производственной среды — \_\_\_\_\_.

Класс условий труда по тяжести и напряженности — \_\_\_\_\_.

Таблица О-2

Класс условий деятельности	СПЖ
СПЖ <sub>пр</sub>	
СПЖ <sub>г</sub>	
СПЖ <sub>б</sub>	
СПЖ <sub>Σ</sub>	

Таблица О-3

Показатель травматизма	Расчет риска
K <sub>ч</sub>	
K <sub>ли</sub>	
K <sub>г</sub>	
K <sub>б</sub>	
R <sub>г</sub>	
R <sub>б</sub>	
R <sub>Σ</sub>	

Выводы и рекомендации по увеличению СПЖ и снижению рисков  $R_{tp}$ ,  $R_{li}$ .

В соответствии с полученным заданием проведите оценку условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и определите класс вредности условий труда по таблицам 21.1-21.4, 21.7, 21.8. Заполните таблицу О-1 отчета по лабораторной работе.

Проведите количественную оценку скрытого ущерба здоровью по фактуру неблагоприятных условий производства на основании общей оценки класса условий труда. Значения  $K_{pr}$  выберите из таблицы 21.9.

При оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса воспользуйтесь таблицами 21.5 и 21.10.

При оценке ущерба здоровью только по показателю напряженности трудового процесса величину ущерба определите по классу условий труда из таблиц 21.6 и 21.11.

Учет влияния вредных факторов городской  $K_{r1}$  и бытовой  $K_{r2}$  среды на здоровье людей оцените по данным, приведенным в таблице 21.12.

Полученные в пунктах 3-6 данные внесите в табл. О-2 отчета по лабораторной работе.

Оцените риск получения травмы  $R_{tp}$  или риск гибели на производстве  $R_{li}$ , согласно формулам (21.8) и (21.9), подобрав величины коэффициента частоты травматизма  $K_q$  и коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом  $K_{li}$  из таблицы 21.13, а риск гибели в непроизводственных условиях города  $R_r$  и быта  $R_b$  – из таблицы 21.14. Результаты занесите в таблицу О-3 отчета по лабораторной работе.

Сделайте выводы и предложите рекомендации по снижению риска  $R_{tp}$  и  $R_{li}$ .

## 2. Примеры выполнения заданий

**Задание:** Определите сокращение продолжительности жизни рабочего-заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск его гибели.

Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния (3-й класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блескость. При контакте со шлифовальным кругом, вращающимся со скоростью 6300 об/мин, заточник испытывает воздействие локальной вибрации, превышающей допустимую на 9 дБ.

Уровень шума превышает допустимый на 25 дБА. Освещенность в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 0,5 Е<sub>н</sub> (разряд зрительной работы — IV).

Живет заточник около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течение 30 лет.

Время в пути до места работы составляет 1 ч, в транспорте заточник также подвергается воздействию вибрации.

### **Выполнение задания**

#### **Отчет по практической работе «Оценка условий жизнедеятельности»**

Класс условий труда по химическому фактору – 3.1, по локальной вибрации – 3.3, по шуму – 3.3, по световой среде – 3.1. Итоговая оценка условий труда по факторам производственной среды – 3.4. Класс условий труда по тяжести труда 3.1, по напряженности – 2. Сокращение продолжительности жизни при сохранении условий труда и проживания составит 5 лет. Риск получения травмы  $3.1 \cdot 10^{-3}$ , риск гибели на производстве составляет  $6.1 \cdot 10^{-5}$ . Улучшая условия труда, экологическую обстановку, ведя здоровый образ жизни возможно увеличить продолжительность жизни.

### **3. Задания для самостоятельной работы**

**Задание 1:** Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает неэффективно. Печи индукционного нагрева работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей ПДУ более чем в 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА.

Интенсивность теплового потока на рабочем месте составляет  $1,05 \text{ кВт}/\text{м}^2$  (норма —  $0,35 \text{ кВт}/\text{м}^2$ ).

Запыленность алюминиевой и магниевой пылью (2-й класс опасности, без особого действия), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука от маневровых тепловозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит в среднем по 12 сигарет в день. Трудовой стаж 40 лет.

**Задание 2:** Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 ч за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью со средоточенного наблюдения более 45% от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию в работу комплекса. При этом он несет полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также

за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений.

**Задание 3:** Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели 50-летнего инженера, окончившего МГТУ им. Н. Э. Баумана и поступившего работать мастером окрасочного цеха на завод ЗИЛ в 25 лет.

Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля – стирола, фенола (3-й класс опасности, без особенностей действия), формальдегида (2-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) составляет 7,5 ПДК. Уровень шума при пневматической окраске превышает ПДУ на 25 дБА, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше 0,5 Е<sub>н</sub> разряд зрительной работы – VI; уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ-1 составляет менее 5 ПДУ.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.) составляет класс условий труда 3.2. Из-за дефицита времени по напряженности труда работа мастера относится к классу 3.1.

Живет инженер в районе завода ЗИЛ на Автозаводской улице.

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какими бывают условия труда в зависимости от уровней факторов производственной среды и трудового процесса?
- 2) Возможна ли работа в условиях труда 4 класса?
- 3) В чем суть методики определения сокращения продолжительности жизни?
- 4) Как оценить риск получения травмы на производстве?

## **Текущий контроль**

Текущий контроль осуществляется после рассмотрения на практических занятиях соответствующих тем в форме тестовых заданий по отдельным темам в начале следующего практического занятия и занимает не более 7–10 минут.

Оценивание осуществляется по следующим критериям:

«Отлично» - 81-100 % правильных ответов в тесте;

«Хорошо» - 61-80 % правильных ответов в тесте;

«Удовлетворительно» - 41-60 % правильных ответов в тесте;

«Неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов в тесте.

Кроме того, к началу следующего занятия студенты должны самостоятельно решить задачи из предложенных в учебно-методическом пособии практических заданий после изучения соответствующей темы. Оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов составляет 50 и более %; оценка «не засчитано» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 50 %.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Утробина, Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие / Утробина, А. Т. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 136 с.
2. Широков, Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда : учебник для вузов / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 564 с.
3. Глебова, Е.В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие / Е. В. Глебова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2007. - 381 с.
4. Титаренко, И.Ж. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для студ. бакалавриата по напр. подгот. 20.03.1 Техносферная безопасность / И. Ж. Титаренко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 224 с.
5. Рахманов, Б. Н. Ионизирующие излучения. Обеспечение безопасности при работе с радиоактивными веществами. Ч. 2 / Б. Н. Рахманов. – Москва: Новые технологии, 2005. – 24 с.

Локальный электронный методический материал

Титаренко Ирина Жоржевна

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА**

*Редактор И. В. Голубева*

Уч.-изд. л. 7,5. Печ. л. 6,6.

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1