

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

**Н. Е. БУРДАКОВА**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ  
ПО КУРСУ «БЕЗОПАСНОСТЬ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**



Владимир 2020

УДК 614.8  
ББК 74.489  
Б91

Рецензенты:

Кандидат биологических наук  
зав. кафедрой биологического и географического образования  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*Е. П. Грачева*

Кандидат биологических наук  
директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира  
*Е. В. Плышевская*

**Бурдакова, Н. Е.**

Б91 Учебное пособие к практическим работам по курсу  
«Безопасность жизнедеятельности» / Н. Е. Бурдакова ; Владим. гос.  
ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ,  
2020. – 112 с.

ISBN 978-5-9984-1242-4

В учебном пособии в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования и программой по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» освещаются теоретические вопросы курса, способствующие формированию профессиональных знаний и компетенций. Содержатся методические указания и задания для выполнения практических работ. Предназначено для студентов всех направлений подготовки.

Ил. 21. Табл. 8. Библиогр.: 21 назв.

УДК 614.8  
ББК 74.489

ISBN 978-5-9984-1242-4

© Бурдакова Н. Е., 2020  
© ВлГУ, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
<b>Тема1. Оценка параметров микроклимата учебных аудиторий и их влияние на работоспособность и здоровье .....</b>	<b>6</b>
Основные параметры микроклимата, оказывающие влияние на воздушно-тепловой режим в учебном помещении .....	6
Влияние параметров микроклимата на работоспособность и здоровье человека .....	15
Гигиеническое нормирование параметров микроклимата .....	18
Практическая работа. Оценка параметров микроклимата в учебной аудитории .....	21
Контрольные вопросы.....	22
Тестовые задания.....	23
<b>Тема 2. Освещение. Влияние освещенности на здоровье человека .....</b>	<b>25</b>
Строение зрительного анализатора. Отклонения в работе зрительного анализатора и их влияние на безопасность .....	25
Источники искусственного освещения .....	31
Естественное освещение .....	37
Гигиенические требования к освещенности жилых помещений.....	40
Практическая работа. Гигиеническая оценка освещенности учебной аудитории.....	43
Контрольные вопросы.....	44
Тестовые задания.....	45
<b>Тема 3. Влияние шума на жизнедеятельность человека. Средства индивидуальной защиты от шума .....</b>	<b>48</b>
Принципы гигиенического нормирования и санитарно-гигиенической оценки параметров шума .....	48
Источники шума .....	49
Акустические колебания.....	50
Неблагоприятное воздействие шума на организм человека .....	52
Способы защиты от шума.....	53

Практическая работа. Приборы и порядок измерения параметров шума.....	56
Контрольные вопросы.....	61
Тестовые задания.....	62
<b>Тема 4.Влияние вибрации на жизнедеятельность человека. Способы защиты от вибрации.....</b>	<b>64</b>
Вибрация как физический процесс .....	64
Воздействие вибрации на организм человека.....	67
Гигиеническое нормирование вибаций .....	69
Способы снижения вибрации .....	70
Практическая работа. Приборы и порядок измерения параметров вибрации.....	72
Контрольные вопросы.....	78
Тестовые задания.....	79
<b>Тема 5.Влияние на организм человека электромагнитных полей и неионизирующих излучений .....</b>	<b>81</b>
Электромагнитное загрязнение окружающей среды .....	82
Источники электромагнитного поля.....	85
Воздействие ЭМП на человека.....	88
Нормативные документы.....	90
Защитные мероприятия от воздействия ЭМП .....	91
Защита от теплового излучения .....	98
Контрольные вопросы.....	102
Тестовые задания и контрольные вопросы .....	103
Библиографический список.....	110

## ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие посвящено рассмотрению таких вопросов как: влияние параметров микроклимата на работоспособность и здоровье человека; воздействие факторов окружающей среды на самочувствие и работоспособность; мероприятия и способы защиты, которые применяются в целях обеспечения личной и коллективной безопасности.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в экстремальных ситуациях и в повседневной жизни является одной из актуальных проблем современности. Необходим высокий уровень компетентности в вопросах безопасности для предупреждения несчастных случаев и заболеваний в условиях образовательного процесса и в других сферах деятельности.

Каждый студент должен обладать комплексом практических навыков, необходимых для идентификации и устранения вредных и опасных факторов окружающей среды, оценки и определения уровня безопасности, обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.

Получение знаний и умений обеспечивается проведением практических занятий по курсу «Безопасность жизнедеятельности». Учебное пособие разработано в соответствии с программой курса. Оно призвано помочь студентам в изучении теоретических вопросов курса «Безопасность жизнедеятельности», в получении практических навыков работы с приборами, проведении измерений параметров микроклимата, применении средств защиты. Данное учебно-методическое пособие содержит контрольные вопросы для закрепления изученного материала, тестовые задания, литературные источники, которые могут быть использованы студентами при подготовке к занятиям.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано студентами всех направлений подготовки.

## **Практическое занятие. Оценка параметров микроклимата учебных аудиторий и их влияние на работоспособность и здоровье.**

**Цель занятия:** рассмотреть основные параметры микроклимата, оказывающие влияние на воздушно-тепловой режим в учебном помещении, воздействие параметров микроклимата на физиологические реакции организма, оценить соответствие микроклимата гигиеническим требованиям.

**Первый вопрос для обсуждения.** Основные параметры микроклимата, оказывающие влияние на воздушно-тепловой режим в учебном помещении.

Существенное влияние на успешность образовательного процесса, работоспособность, самочувствие и здоровье человека оказывают параметры микроклимата. В системе принципов обеспечения безопасности, гигиеническое нормирование факторов, влияющих на состояние воздушно-теплого режима в учебном помещении, относится к организационным принципам. Показатели микроклимата, подлежащие нормированию, должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой.

**Микроклимат** - совокупность физических, химических и биологических свойств воздуха в помещении. Основными параметрами которого являются: температура, скорость, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха.

**Допустимые нормативные показатели микроклимата** – это совокупность факторов микроклимата, не вызывающих отклонений в состоянии здоровья, но способных в определенных условиях приводить к возникновению теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и снижению работоспособности.

Основными параметрами микроклимата, которые влияют на теплообмен между организмом и окружающей средой являются: температура окружающей среды, скорость движения воздуха и относительная влажность воздуха. Какие механизмы участвуют в передаче теплоты от одного предмета к другому?

1. **Теплопроводность.** Это процесс передачи тепла от тела с более высокой температурой к телу, имеющему более низкую температуру. При этом тепло передается не воздуху, а предметам, температура которых намного меньше

температуры тела человека. Если температура окружающих предметов превышает температуру тела человека, то процесс теплоотдачи идет в обратном направлении. Одежда человека обладает теплоизолирующими свойствами. Более теплая одежда способствует меньшей отдаче тепла окружающей среде.

*2.Конвекция.* Это процесс передачи тепла от тела с более высокой температурой (тело человека) телу, с более низкой температурой (окружающая среда) веществом (воздухом). Если температура окружающей среды превышает температуру тела человека, то процесс идет в обратном направлении.

Воздух, окружающий теплый предмет, нагревается и поднимается вверх (имеет меньшую плотность), замещаясь более холодным воздухом окружающей среды. Процесс замещения воздуха за счет разности плотностей теплых и холодных масс называется естественной конвекцией. Если нагретый предмет обдувать холодным воздухом, то процесс замещения более теплого воздуха у предмета холодным ускоряется. Возрастающая разность температур между нагретым предметом и окружающим воздухом будет способствовать более интенсивному процессу отдачи тепла от предмета окружающему воздуху. Это явление носит название вынужденной конвекции. Примером вынужденной конвекции может быть восприятие человеком климатических условий как более холодных при одинаковой температуре воздуха в ветреную погоду, когда процесс отдачи тепла от его организма наиболее интенсивный.

*3.Испарение воды с поверхности кожного покрова.* Процесс теплоотдачи осуществляется за счет большой теплоты испарения воды ( $2,3 \times 10^6$  Дж/кг), который приводит к охлаждению организма. Какие факторы влияют на интенсивность испарения?

-температура окружающей среды: высокая температура окружающей среды ускоряет процесс теплоотдачи испарением воды (пота) с поверхности кожного покрова;

-относительная влажность воздуха: 100% относительная влажность воздуха означает, что воздух насыщен водяными парами, что приводит к невозможности осуществления процессов испарения;

-высокая скорость движения воздуха увеличивает интенсивность испарения.

Показано что, испарительная теплоотдача эффективно регулируется, что проявляется изменением в широком диапазоне количества воды (пота), выделяемого через поры кожного покрова для испарения. При температуре воздуха  $30^{\circ}\text{C}$  и тяжелой мышечной работе за один рабочий день может выделиться 10-12 литров пота, при испарении которого в окружающую среду рассеивается  $2,5 \times 10^7$  Дж тепловой энергии, что соответствует затрачиваемой мощности 870 Вт.

*4. Теплоотдача в процессе дыхания.* Попадая в легкие, воздух нагревается и насыщается водяными парами. Теплота выводится из организма человека с выдыхаемым воздухом.

*5. Излучение.* Тепловая энергия, превращаясь на поверхности горячего тела в лучистую (электромагнитную волну), передается на другую холодную поверхность, где вновь превращается в тепловую. Лучистый поток тем выше, чем больше разница температур человека и окружающих предметов.

### **Относительная влажность воздуха.**

Для воздуха определенной температуры характерно максимальное количество воды, которое может находиться в единице объема воздуха в парообразном состоянии.

Относительная влажность - это отношение массы водяного пара, содержащегося в единице объема воздуха, к массе водяного пара, содержащегося в насыщенном водяными парами воздухе ( предельной массе водяного пара, которая может содержаться в воздухе при данной температуре). Например, относительная влажность, равная 60% показывает, что в воздухе в парообразном состоянии находится 60% воды от максимально возможного количества. Влажность воздуха оказывает влияние на функциональное состояние органов дыхания, процессы терморегуляции, электрические свойства кожи и одежды, водный обмен. Влажность воздуха определяется с помощью гигрометров или психрометров.

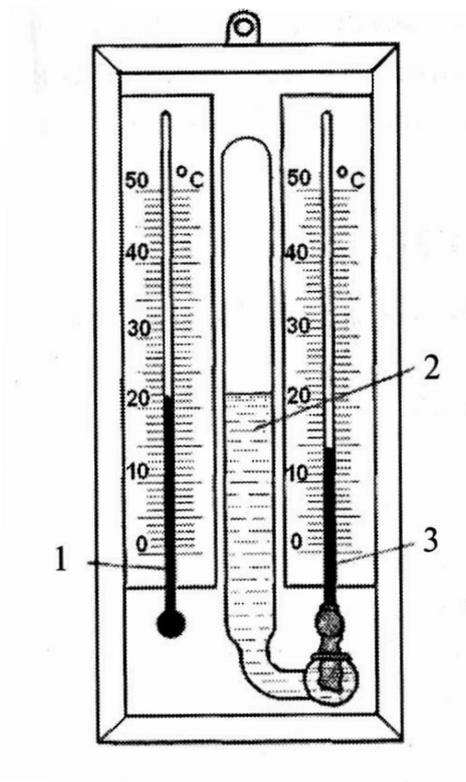


Рис.1 Психрометр Августа:

- 1-«сухой» термометр;
- 2-дистиллированная вода;
- 3-«влажный» термометр.

Стационарный *психрометр Августа* имеет в своем составе два одинаковых жидкостных термометра, которые размещены рядом в одинаковых условиях. Резервуар одного из термометров обернут тонкой батистовой тканью, свободный (свисающий) конец которой опущен в сосуд с дистиллированной водой. Вода, поднимаясь по капиллярам ткани, смачивает резервуар термометра тонкой пленкой, поэтому этот термометр называется «влажный» (смоченный). Вода испаряется с поверхности резервуара влажного термометра, при этом происходит его охлаждение. Показания влажного термометра ниже или равны показаниям сухого (несмоченного) термометра. Принцип действия психрометра Августа заключается в том, что в зависимости от относительной влажности воздуха изменяется интенсивность испарения воды с поверхности резервуара влажного термометра. Относительная влажность воздуха определяется по разности показаний сухого и влажного термометров с помощью психрометрической таблицы.

## Режим вентиляции.

Необходимые характеристики микроклимата обеспечиваются вентиляцией.

Вентиляция - воздухообмен, способствующий удалению из помещения загрязненного воздуха и обеспечивающий подачу чистого воздуха определенной влажности и температуры.

Естественная вентиляция осуществляется с помощью окон, дверей, фрамуг, форточек. В холодный период, скорость движения воздуха должна быть не более 0,2-0,5 м/с, в теплый период, скорость движения воздуха – до 1 м/с. Высокая подвижность воздуха может вызывать сквозняки, способные вызвать простудные заболевания.

Для определения качества воздухообмена в помещении можно применять величину *коэффициента аэрации*, который рассчитывается по формуле:

$$K_a = \text{Пл форточек} / \text{Пл пола}$$

где:  $K_a$  – коэффициент аэрации;

Пл. форточек – площадь форточек в кв. м;

Пл. пола - площадь пола в кв. м.

Норма: 1:50

Для поддержания воздухообмена, отвечающего гигиеническим требованиям, необходимо проветривать учебные помещения во время перемены.

Скорость движения воздуха в учебной аудитории можно с помощью *крыльчатого анемометра*. Принцип действия основан на линейной зависимости скорости вращения рабочего органа (крыльчатки) от скорости движения воздуха. Крыльчатый анемометр (рис.2, а) используется для измерения движения воздуха в диапазоне 0,3 до 5 м/с. Датчик прибора, который воспринимает движение воздуха, изготовлен из алюминиевой фольги, в виде легкой крыльчатки, насаженной на ось. Во время движения воздуха крыльчатка вращается, а количество ее оборотов фиксируется счетчиком. Прибор имеет арретир (выключатель), с помощью которого осуществляется включение и выключение счетчика числа оборотов крыльчатки.

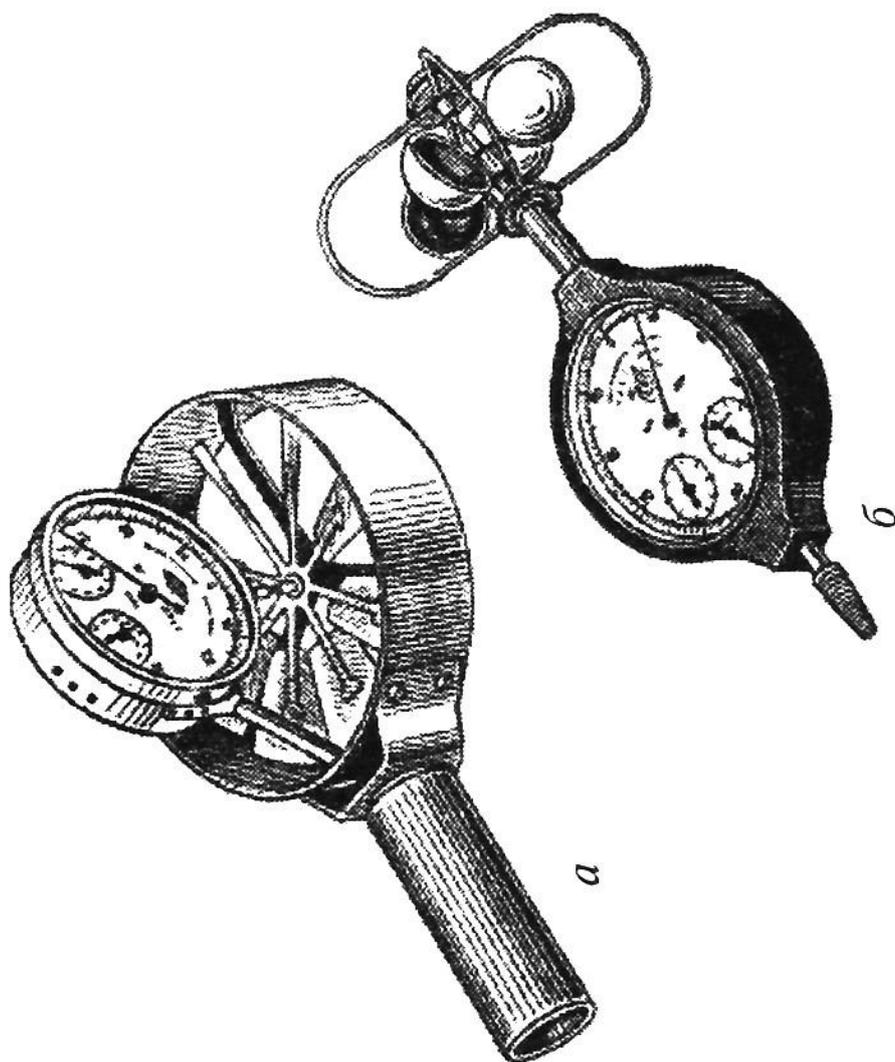


Рис.2 Анемометры:

а) крыльчатый; б) чашечный.

Порог чувствительности анемометра 0,3 м/с. Анемометр снабжен паспортом с индивидуальным тарировочным графиком (рис.3), который применяется для перевода числа оборотов крыльчатки (делений счетчика) в единицу времени в скорость движения воздуха.

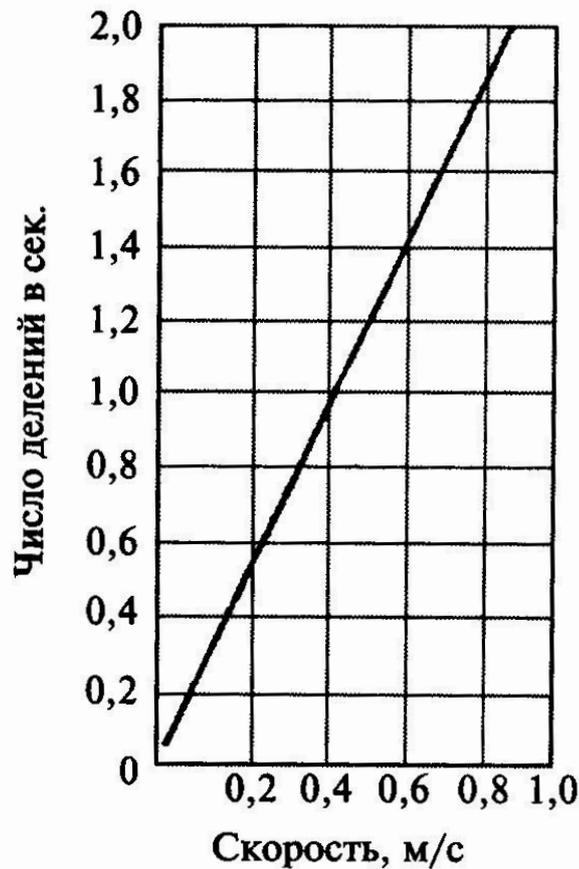


Рис. 3 Тарировочный график анемометра (пример).

Последовательность измерения скорости движения воздуха анемометром:

1. Анемометр располагается таким образом, чтобы плоскость вращения крыльчатки была перпендикулярна направлению движения воздушного потока.
2. При выключенном счетчике записываются его показания (первый отсчет).
3. При устойчивом вращении крыльчатки необходимо одновременно включить счетчик числа оборотов и секундомер.
4. Через 100 с одновременно выключаются счетчик и секундомер и записываются показания счетчика (второй отсчет) и секундомера.
5. Определяется число оборотов (делений счетчика) за одну секунду: разделив разницу между конечными и начальными показаниями анемометра на время вращения анемометра.

6. По тарировочному графику определить скорость движения воздуха в м/с.

Чашечный анемометр (рис. 2,б) предназначен для измерения скорости движения воздуха в диапазоне от 1 до 20 м/с, порог чувствительности 0,8 м/с. Датчик прибора, состоящий из четырех полых полушарий, насаженных на крестовину и вращающуюся вокруг вертикальной оси, воспринимает движение воздуха. Под воздействием движущегося воздуха крестовина с полушариями вращается, а счетчик показывает число ее оборотов. Прибор снабжен арретиром (выключателем), который предназначен для включения и выключения счетчика числа оборотов крестовины с полушариями. Чашечный анемометр имеет паспорт с индивидуальным графиком (рис.3), который служит для перевода числа оборотов крестовины с полушариями (делений счетчика) в единицу времени в скорость движения воздуха.

### **Температура воздуха. Методика измерения температуры воздуха.**

Температуру воздуха можно измерить с помощью термометров, принцип работы которых основан на различных физических явлениях. Например, для определения температуры воздуха за определенный отрезок времени можно использовать *минимальный спиртовой термометр* (рис. 4).

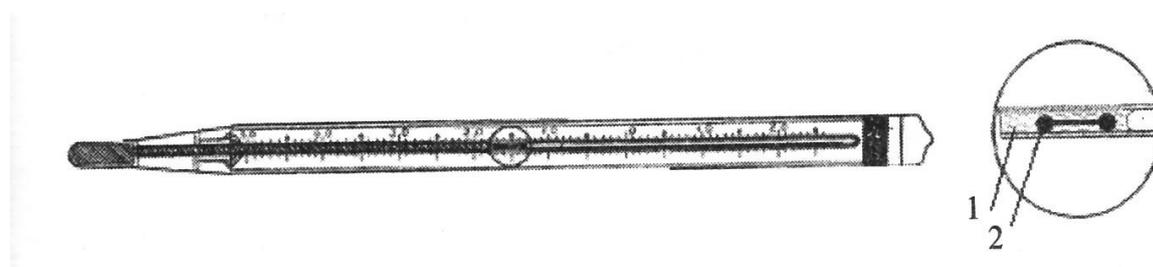


Рис.4.Спиртовой минимальный термометр: 1-капилляр; 2-штифт-указатель

Рабочее положение для термометра – горизонтальное. В капилляре термометра, заполненного этиловым спиртом, находится штифт-указатель, свободно перемещающийся при отклонении оси термометра от горизонтали. При подготовке к работе необходимо приподнять термометр резервуаром кверху и подержать в таком положении, пока штифт не опустится до мениска (пленки поверхностного натяжения) спирта, далее придать термометру горизонтальное положение. Если температура воздуха начинает снижаться,

столбик спирта перемещается в сторону резервуара, в свою очередь пленка поверхностного натяжения увлекает за собой штифт-указатель до тех пор, пока снижается температура. Если температура воздуха повышается, столбик спирта в капилляре удлиняется, при этом штифт-указатель остается на месте, удерживаемый силами трения своих шаровых окончаний о стенки капилляра термометра. Положение конца штифта, наиболее близкого к мениску спирта, показывает минимальную температуру, которую зафиксировал термометр за определенный промежуток времени. По положению мениска термометрической жидкости (спирта) определяется температура воздуха в любой момент времени.

Для измерения максимальной температуры воздуха за определенный промежуток времени применяется *максимальный ртутный термометр* (рис.5).

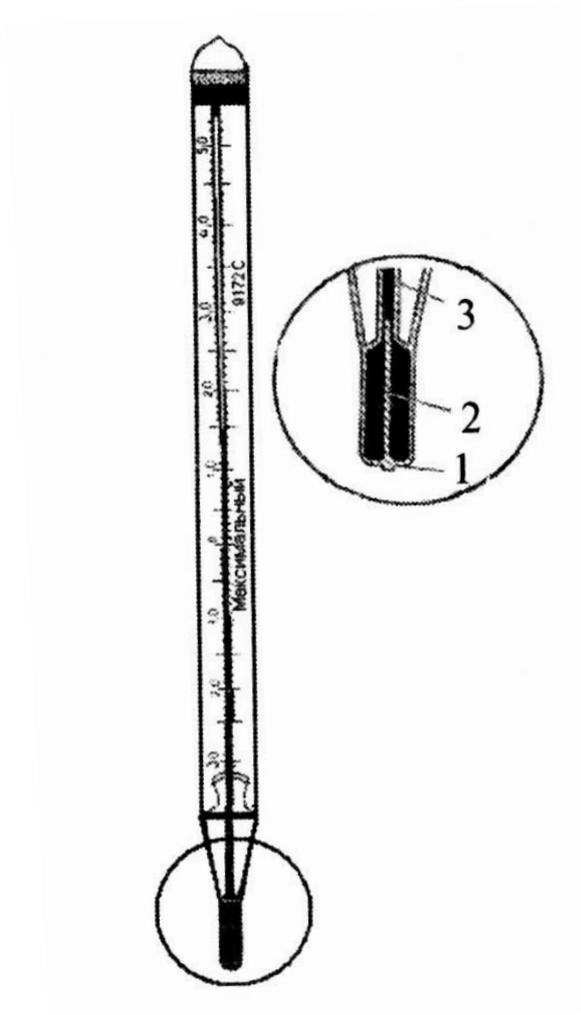


Рис.5 Ртутный максимальный термометр: 1-резервуар, 2-штифт, 3-капилляр

Рабочее положение этого термометра – вертикальное. Площадь поперечного сечения капилляра термометра около резервуара уменьшена при помощи

тонкого стеклянного штифта, впаянного в его дно, что препятствует (за счет возросших сил трения) движению столбика ртути обратно в резервуар, что позволяет зафиксировать максимальную температуру за определенный период времени. Перед началом работы, термометр нужно встряхнуть, держа резервуаром вниз, возникающие при этом центробежные силы, которые действуют на столбик ртути, преодолевают силы трения в месте сужения капилляра, и мениск жидкости покажет температуру воздуха.

**Второй вопрос для обсуждения.** Влияние параметров микроклимата на работоспособность и здоровье человека.

Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на самочувствие, работоспособность и здоровье человека. Условия, при которых достигается наличие теплового баланса называются комфортными, а параметры микроклимата оптимальными. Отклонение параметров микроклимата от оптимальных значений приводит к нарушению теплового баланса. При низкой температуре окружающей среды увеличивается интенсивность процессов теплоотдачи от организма за счет теплопроводности, конвекции и излучения. Повышению теплоотдачи способствует и увеличение скорости движения воздуха, которые могут стать причиной охлаждения и даже переохлаждения организма – гипотермии. При воздействии низких температур изменяются физиологические реакции организма: дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличиваются, изменяется углеводный обмен. Показано, что увеличение обменных процессов при понижении температуры на 1 С составляет 10%, а при интенсивном охлаждении может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена. Низкая температура уменьшает скорость биохимических процессов и функциональные возможности организма, что проявляется в снижении активности и работоспособности.

При высокой температуре окружающей среды может наблюдаться значительное накопление теплоты в организме и развитие перегревания организма выше допустимого уровня – гипертермии, состояния при котором температура тела поднимается до 38...39 С. Основными симптомами перегревания организма являются: головокружение, головная боль, слабость, тошнота, рвота, обильное потовыделение. Переносимость высокой температуры зависит от влажности и скорости движения окружающего

воздуха. При высокой влажности воздуха значительно уменьшается теплоотдача от организма за счет испарения, что приводит к нарушению теплового баланса. Высокая температура в сочетании с высокой влажностью особенно тяжело переносится организмом, невозможность испарения пота приводит к быстрому перегреванию и снижению физической и умственной работоспособности. Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывает и недостаточная влажность воздуха, проявляющаяся интенсивным испарением влаги со слизистых оболочек, их пересыханием и растрескиванием, что в конечном итоге может привести к загрязнению болезнетворными микроорганизмами. Показано, что длительном нахождении людей в закрытых помещениях относительная влажность воздуха должна находиться в пределах 30...70%. Серьезную опасность для здоровья человека представляют процессы испарения с потом воды и необходимых солей (до 1%, в том числе 0,4...0,6% NaCl), что способствует сгущению крови и нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. Обезвоживание организма вызывает серьезные функциональные изменения в работе организма, снижает умственную работоспособность, остроту зрения, а в тяжелых случаях (потеря жидкости на 15-20%) может привести к летальному исходу. При высокой температуре и недостатке воды усиленно расходуются белки, жиры и углеводы.

### **Терморегуляция организма человека**

Параметры микроклимата определяют теплообмен человека с окружающей средой и влияют на работоспособность и здоровье человека. При нарушении теплового баланса в ту или иную сторону в организме человека происходят реакции, позволяющие восстановить нарушенный тепловой баланс.

*Терморегуляция* – это процессы регулирования тепловыделений для поддержания нормальной (36,5 С) температуры тела человека. Процессы терморегуляции могут осуществляться следующими способами: биохимическим, изменением интенсивности кровообращения и потоотделения. В регуляции теплообмена участвуют одновременно все способы терморегуляции, но в зависимости от изменяющихся условий, степень проявления каждого из них разная.

*Терморегуляция осуществляющаяся биохимическим путем.*

В организме человека протекают окислительные реакции, интенсивность которых возрастает при переохлаждении организма, в результате которых

усиливаются процессы теплообразования. Внешним проявлением биохимических реакций является мышечная дрожь, которая наблюдается при охлаждении организма и способствует повышению тепловыделения в организме.

*Терморегуляция с помощью изменения интенсивности кровообращения.*

Данный способ терморегуляции заключается в способности организма регулировать объем подаваемой крови от внутренних органов к поверхности тела человека, который осуществляется за счет сужения или расширения кровеносных сосудов. При воздействии высоких температур окружающей среды кровеносные сосуды кожи расширяются, обеспечивая больший кровоток от внутренних органов и повышение температуры кожи. Наблюдаемые изменения, восстанавливают интенсивность отдачи теплоты за счет теплопроводности, конвекции и излучения. Низкие температуры окружающей среды способствуют сужению кровеносных сосудов, что приводит к уменьшению кровотока и теплоты, подаваемой к коже, обеспечивая уменьшение теплоотдачи в окружающую среду.

*Терморегуляция с помощью изменения интенсивности потоотделения.*

Данный способ терморегуляции обеспечивается изменением теплоотдачи за счет процессов испарения. Регуляция теплоотдачи этим способом наиболее эффективна при высоких температурах окружающей среды.

Условия воздушной среды, которые обеспечивают оптимальный обмен веществ в организме человека и нормальное функционирование системы терморегуляции называют *комфортными (оптимальными)*.

Условия воздушной среды, которые приводят к нарушению теплового баланса организма называются *дискомфортными*. Превышение допустимых значений метеорологических условий приводит к напряжению механизмов терморегуляции, нарушению теплового баланса, внешними проявлениями которых может быть перегрев или переохлаждение организма.

### **Барометрическое давление.**

На самочувствие человека кроме температуры воздуха и влажности оказывает барометрическое давление воздушной среды. Особенно чувствительны к этому фактору люди с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и гипертонией. Барометрическое давление влияет на процессы

поступления в организм кислорода. Показано, что наиболее интенсивно диффузия кислорода из альвеол в кровь происходит при парциальном давлении кислорода 100-120 мм.рт.ст. ( 1 мм. рт. ст. примерно равен 9,8 Па). При более низких значениях парциального давления кислорода проникновение кислорода в кровь снижается, что вызывает затруднение процесса дыхания и увеличение нагрузки на сердечно-сосудистую систему человека. Существенные изменения атмосферного давления и следовательно парциального давления кислорода происходят при подъеме в горах. На высоте 3 км парциальное давление кислорода равно примерно 70 мм.рт.ст., на высоте 4 км – 60 мм.рт.ст. При низком парциальном давлении кислорода развивается опасное для жизни состояние – гипоксия. Кислородное голодание проявляется головной болью, головокружением, нарушением работы органов слуха и зрения. Гипоксия может проявляться не только в горах, но и при полете на самолете, в случае его разгерметизации. Обычно давление производственной среды мало отличается от давления в окружающей среде. Для ряда профессий, например, летчиков, водолазов, давление воздушной среды является исключительно важным фактором.

**Третий вопрос для обсуждения.** Гигиеническое нормирование параметров микроклимата.

С целью обеспечения комфортных условий жизнедеятельности нормируются основные параметры микроклимата. Системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005- 88 и Санитарными правилами и нормами СанПиН 2. 2.4.548-96 разработаны нормативные показатели для компонентов микроклимата: температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха. Нормативные показатели устанавливаются в зависимости от тяжести выполняемой работы, возможностей организма к акклиматизации в разное время года. С учетом этих особенностей, нормирование осуществляется для холодного и теплого времени года.

Период года	Категории работ по энергозатратам	Температура воздуха, С	Температ. поверхностей, С	Относит. влажность воздуха, %	Подвижность воздуха, м/с
1	2	3	4	5	6
Холодный	Ia	22 24	21 24	60 40	0,1
	Iб	21 23	20 24	60 40	0,1
	IIa	19 21	18 22	60 40	0,2
	IIб	17 19	16 20	60 40	0,2
	III	16 18	15 19	60 40	0,3
Теплый	Ia	23 25	22 26	60 40	0,1
	Iб	22 24	21 25	60 40	0,1
	IIa	20 22	19 23	60 40	0,2
	IIб	19 21	20 22	60 40	0,2
	III	18 20	17 21	60 40	0,3

Таблица 1. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С		Температура поверх., С	Относ. влажность воздуха %	Подвижн. воздуха м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для выс. тем.	для низ. тем.
Холодный	Ia (до 139)	20,0 21,9	24,1 25,0	19,0 26,0	15 75	0,1	0,1
	Iб(140-174)	19,0 20,9	23,1 24,0	18,0 25,0	15 75	0,1	0,2
	IIa(175-232)	17,0 18,9	21,1 23,0	16,0 24,0	15 75	0,1	0,3
	IIб(233-290)	15,0 16,9	19,1 22,0	14,0 23,0	15 75	0,2	0,4
	III(более290)	13,0 15,9	18,1 21,0	12,0 22,0	15 75	0,2	0,4
	Ia (до 139)	21,0 22,9	25,1 28,0	20,0	15 75	0,1	0,2

Теплый				29,0			
	Іб(140-174)	20,0 21,9	24,1 28,0	19,0 29,0	15,75	0,1	0,3
	Іа(175-232)	18,0 19,9	22,1 27,0	17,0 28,0	15 75	0,1	0,4
	Іб(233-290)	16,0 18,9	21,1 27,0	15,0 28,0	15 75	0,2	0,5
	ІІ(более290)	15,0 17,9	20,1 26,0	14,0 27,0	15 75	0,2	0,5

Таблица 2. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

*Легкие физические работы* (категории Іа и Іб) – к этой категории относятся виды деятельности с расходом энергии не более 174 Вт.

*Физические работы средней тяжести* (категории Іа, Іб)- к этой категории относятся виды деятельности с расходом энергии 175-290 Вт. К категории Іа (175-232 Вт) относятся работы, связанные с постоянной ходьбой и перемещением мелких (до 1 кг) изделий. К категории Іб (233-290Вт) относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением тяжестей до 10 кг.

*Тяжелые физические работы* (категория ІІ) – к этой категории относятся виды деятельности с расходом энергии более 290 Вт.

Характер деятельности учащихся относится к категории Іа, учебные занятия проводятся в основном в холодное время года.

*Оптимальные микроклиматические условия* – это сочетание основных параметров микроклимата, которые создают комфортные условия жизнедеятельности и способствуют высокой работоспособности.

*Допустимые микроклиматические условия* – это сочетание основных параметров микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжение механизмов терморегуляции, не сопровождающиеся изменениями в состоянии здоровья, снижением уровня работоспособности.

## **Практическая работа. Оценка параметров микроклимата в учебной аудитории.**

**Задания.** Определить параметры микроклимата в учебной аудитории и сделать заключение о соответствии их гигиеническим нормативам.

1. Ознакомиться с методикой измерения параметров микроклимата и с устройством приборов для их определения.

2. Измерить температуру в учебной аудитории с помощью термометра.

3. Определить относительную влажность воздуха с помощью психрометра Августа. Используя тарировочную таблицу (психрометрическую таблицу), которая прилагается к психрометру, по психрометрической разнице определите относительную влажность.

4. Определить барометрическое давление с помощью барометра или баротермогигрометра.

5. Оценить качество воздухообмена в учебной аудитории путем вычисления коэффициента аэрации.

6. С помощью крыльчатого анемометра определите скорость движения воздуха в аудитории.

7. Сравнить полученные значения температуры, относительной влажности воздуха, барометрического давления и коэффициента аэрации с нормативными показателями микроклимата.

8. Сделать заключение о соответствии параметров микроклимата гигиеническим нормативам.

9. Если полученные данные не соответствуют гигиеническим требованиям, предложить свои рекомендации по нормализации микроклимата в учебной аудитории.

10. Полученные данные занести в таблицу.

Показатели микроклимата	Гигиенические нормативы		Фактическое значение.
	Оптимальные значения	Допустимые значения	
Температура воздуха, С			
Относительная влажность воздуха, %			
Подвижность воздуха, м/с			
Барометрическое давление, мм.рт.ст.			
Коэффициент аэрации			

Таблица для занесения полученных данных.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные параметры микроклимата учебных помещений.
2. Какие механизмы участвуют в осуществлении теплообмена между организмом и окружающей средой?
3. Каким образом относительная влажность воздуха влияет на механизмы терморегуляции?
4. В чем заключаются принципиальные отличия оптимальных и допустимых параметров микроклимата?
5. Какие приборы используются для измерения относительной влажности воздуха?
6. Какие приборы используются для измерения температуры воздуха в учебных помещениях?
7. Каковы основные механизмы терморегуляции?
8. Каким образом температура и влажность воздуха влияют на самочувствие человека?

9. Что такое гипоксия, при каких условиях она возникает?
10. Как используется на практике спиртовой термометр?
11. Как применяется на практике ртутный термометр?
12. Крыльчатый и чашечный анемометры. Назовите принцип действия этих приборов.
13. Оптимальные микроклиматические условия.
14. Допустимые микроклиматические условия.
15. Каким образом рассчитывается коэффициент аэрации?
16. Каков основной механизм терморегуляции при температуре окружающего воздуха 25 С и более?
17. Каков основной механизм терморегуляции при температуре воздуха – 15 С и менее?
18. К какой категории по уровню энергозатрат относится труд учащихся?
19. Почему для тяжелых физических работ оптимальные температуры воздуха ниже, а скорости движения воздуха выше, чем для более легких работ?
20. Объясните, почему в теплое время года оптимальная и допустимая температура воздуха выше, чем в холодное время года для одной категории работы?

### **Тестовые задания**

1. Что такое микроклимат:
  - а) совокупность основных параметров воздуха в помещении;
  - б) совокупность физических свойств воздуха в помещении;
  - в) совокупность физических, химических и биологических свойств воздуха в помещении.
2. Какие параметры микроклимата оказывают влияние на механизмы теплообмена:
  - а) температура воздуха;
  - б) химический состав воздуха;

- в) барометрическое давление;
- г) влажность воздуха;
- д) скорость движения воздуха.

3. Конвекция это...:

- а) процесс передачи тепла от тела с более высокой температурой к телу, с меньшей температурой;
- б) процесс передачи тепла от тела с более высокой температурой к телу, с меньшей температурой веществом (воздухом);
- в) процесс теплоотдачи за счет теплоты испарения воды;
- г) процесс теплоотдачи в процессе дыхания.

4. В каких пределах находится диапазон комфортных температур воздуха в учебных аудиториях:

- а) 16.....18°C;
- б) 20.....25°C;
- в) 19.....21°C.

5. В каких пределах необходимо поддерживать показатели относительной влажности:

- а) 60 – 40%;
- б) 65 – 30 %;
- в) 70 – 40 %.

6. К какой категории работ по энергозатратам относится деятельность учащихся:

- а) II а; б) Iб; в) IIб.

7. Оптимальные микроклиматические условия - это :

- а) сочетание основных параметров микроклимата, которые способствуют повышению умственной и физической работоспособности;

б) сочетание основных параметров микроклимата, способствующих укреплению здоровья и повышению работоспособности;

в) сочетание основных параметров микроклимата, которые создают комфортные условия жизнедеятельности и способствуют высокой работоспособности.

8. Какой основной механизм терморегуляции при температуре воздуха  $28^{\circ}\text{C}$  :

а) изменение интенсивности потоотделения;

б) изменение интенсивности кровообращения;

в) изменение интенсивности биохимических реакций.

9. Какой основной механизм терморегуляции при температуре воздуха минус  $10^{\circ}\text{C}$ :

а) изменение интенсивности потоотделения;

б) изменение интенсивности кровообращения;

в) изменение интенсивности биохимических реакций.

10. Каким образом высокая влажность воздуха влияет на электрические свойства кожи и одежды:

а) увеличивает электрическое сопротивление кожи и одежды;

б) уменьшает электрические свойства кожи и одежды;

в) не оказывает ни какого влияния.

**Практическое занятие. Освещение. Влияние освещенности на здоровье человека.**

**Цель занятия:** изучить влияние освещенности на работоспособность и здоровье человека, рассмотреть основные отклонения в работе зрительного анализатора и их влияние на безопасность, ознакомиться с приборами, изучить их устройство и принцип действия, освоить методику измерения параметров освещенности.

**Первый вопрос для обсуждения.** Строение зрительного анализатора. Отклонения в работе зрительного анализатора и их влияние на безопасность.

Для поддержания высокого уровня работоспособности и здоровья необходим достаточный уровень освещенности, так как недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, который выражается в ощущении неудобства и напряженности. С целью обеспечения комфортных условий функционирования зрительного анализатора очень важно знать, как устроен глаз и каким образом возникает зрительное ощущение.

Глаз, это сложная оптическая система (рис.1), которую образуют роговица, хрусталик в форме двояковыпуклой линзы, водянистая влага передней и задней камер глаза, стекловидное тело. Поступающие в глаз световые лучи,

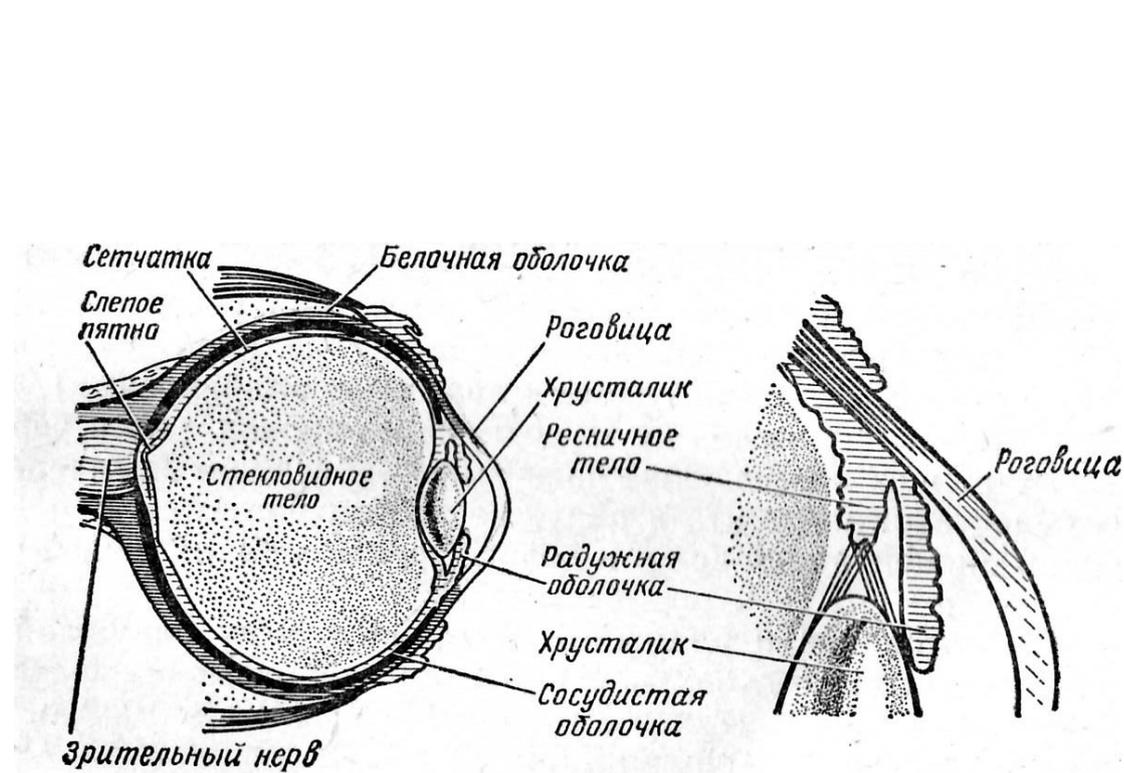


Рис. 1 Орган зрения

проходя через эти преломляющие среды, фокусируются на сетчатке глаза, при этом изображение на сетчатке получается действительным, уменьшенным обратным (рис. 2).

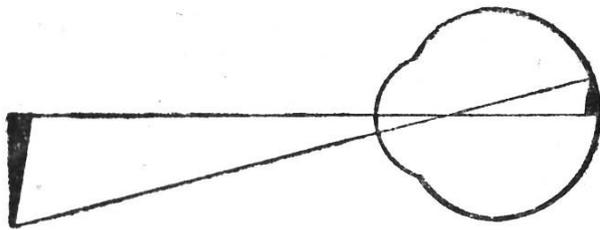


Рис. 2 Построение изображения на сетчатке

Это объясняется жизненным опытом и взаимодействием анализаторов. В научной литературе приводится интересный пример возникновения зрительных ощущений. Профессор Калифорнийского университета Муд (1964) начал носить очки, через которые видел окружающие предметы перевернутыми, как через матовое стекло фотоаппарата. На протяжении 8 суток он ощущал симптомы «морской болезни», постоянно путал верх и низ, правую и левую стороны. На завершающем этапе адаптации, он снова стал видеть правильно, хотя очки были перед глазами, и продолжал заниматься в таком виде привычной для себя деятельностью. Как только он снял очки, мир для него снова «перевернулся». Потребовалось определенное время для восстановления нормального зрительного восприятия.

### **Световоспринимающий аппарат глаза.**

Сетчатка глаза имеет сложное строение, здесь находятся фоторецепторы – *палочки* и *колбочки*. Основная масса колбочек сосредоточена в центральной части сетчатки – в *желтом пятне*. По краям сетчатой оболочки возрастает число палочек, которые воспринимают световые лучи в условиях сумеречного освещения. Свет, проникая в глаз, оказывает воздействие на фотохимическое вещество палочек и колбочек и разлагает его. Определенная концентрация продуктов распада фотохимического вещества вызывает раздражение нервных окончаний, находящихся в элементах сетчатки. Нервные импульсы по зрительному нерву поступают в зрительный центр

головного мозга. В результате возникает зрительное восприятие оружающих предметов, человек видит цвет, форму и величину. В отличие от колбочек, членики *палочек* содержат *зрительный пурпур*, или *родопсин*. Зрительный пурпур выступает в роли светореактивного вещества, которое при разложении на свету, дает возможность видеть в сумерках при слабом освещении, когда цвета предметов невидимы. На свету зрительный пурпур распадается на белок опсин и пигмент *ретенен* – производное витамина А. В темноте витамин А превращается в ретенен, который соединяясь с опсином, образует зрительный пурпур. Если в пище не хватает витамина А, это сильно нарушает образование зрительного пурпура, что ведет к резкому ухудшению сумеречного зрения. Это заболевание называется *куриная слепота*. *Колбочки* предназначены для дневного зрения, они участвуют в восприятии формы, цвета и деталей предметов. Иногда возникает заболевание, при котором частично или полностью нарушается восприятие цвета. У мужчин это заболевание встречается чаще (4-5%), чем у женщин (0,5%).

*Дальтонизм*- это частичное нарушение цветового зрения, когда не различимы красный и зеленый цвета.

Приспособление глаза к видению предметов осуществляется за счет 3 процессов:

- 1) *Аккомодации* – процесса изменения кривизны хрусталика, за счет которого осуществляется ясное видение предметов, находящихся на различных расстояниях от глаза.

Когда мы смотрим вдаль, предметы расположенные на близком расстоянии становятся расплывчатыми, происходит сокращение связочного аппарата и хрусталик становится более плоским. При рассмотрении близких предметов наблюдается расслабление связочного аппарата, хрусталик становится более выпуклым, что способствует схождению лучей от предмета на сетчатке.

Механизм аккомодации можно пронаблюдать на простом примере: для этого нужно посмотреть через окно в течение 1-2 минут на удаленный предмет небольшого размера, затем быстро перевести взгляд на текст учебника. В первый момент текст учебника плохо различим. В молодом возрасте процесс изменения кривизны хрусталика происходит достаточно быстро.

- 2) *Конвергенции*- поворота осей зрения обоих глаз так, чтобы они пересекались на видимом предмете.

Объемное видение предметов и пространственная ориентация возможны за счет бинокулярного зрения, т.е. зрения двумя глазами.

- 3) *Адаптации* – способности глаза к видению предметов при разных уровнях освещенности, при помощи фоторецепторов - колбочек и палочек .

Яркий пример адаптации: при выходе из темного помещения в светлое помещение, первое время мы не видим окружающие предметы, так как требуется определенное время для включения колбочкового зрения. Через некоторое время мы начинаем различать предметы, т. е. произошла адаптация к свету. Это явление носит название *световая адаптация глаза*. При переходе из светлого помещения в темное, в первое время мы также не способны видеть окружающие предметы, постепенно такая способность появляется, благодаря включению в работу палочек. Это явление носит название – *темновая адаптация*. Время световой адаптации намного меньше темновой. Учитывая эти факторы, необходимо следить, чтобы освещенность в аудитории и в коридоре соответствовала нормативным показателям и сильно не отличалась друг от друга, в противном случае возникает риск получения травмы.

### **Рефракция глаза и ее нарушения.**

*Рефракция*- преломляющая способность глаза, зависящая от оптической силы преломляющих сред глаза и размеров глазного яблока. Хорошую видимость предмета обуславливает фокусирование параллельных лучей света, проходящих через оптическую систему глаза, на сетчатке. Такой глаз называется *эмметропическим*, или нормальным ( рис. 3. 1).

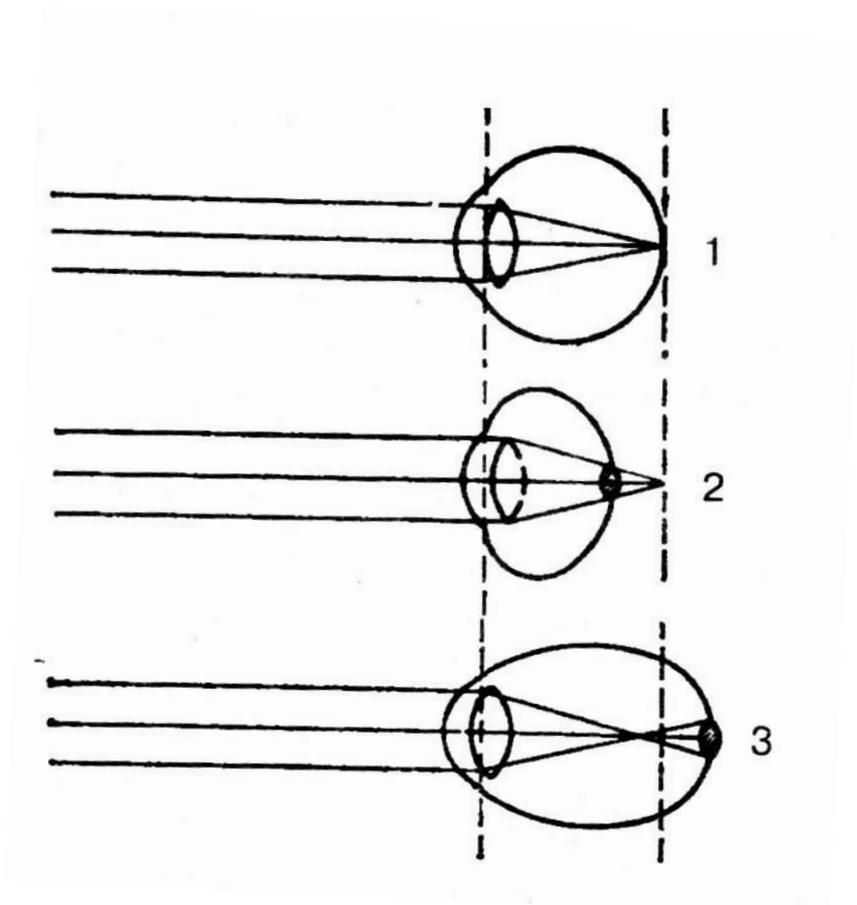


Рис. 3. Схема рефракции при нормальном (1), дальнозорком (2), и близоруким (3), глазу.

Различают следующие виды отклонения рефракции глаза от нормы: *близорукость, дальнозоркость и астигматизм.*

*Близорукость* – параллельные лучи света, после преломления оптической системой глаза, фокусируются не на сетчатке, а перед ней, на сетчатку глаза падает пучок расходящихся лучей, поэтому изображение рассматриваемого предмета становится расплывчатым (рис.3,3). При таком виде рефракции человек хорошо видит близко расположенные предметы и плохо предметы, находящиеся на расстоянии. Для коррекции близорукости рекомендуются очки с отрицательными линзами.

*Дальнозоркость* – параллельные лучи света, после преломления оптической системой глаза, фокусируются позади сетчатки, и на ней также получается расплывчатое изображение предмета (рис.3,2). При таком виде рефракции человек хорошо видит предметы, находящиеся на расстоянии, и плохо вблизи.

*Астигматизм*- характеризуется невозможностью схождения всех лучей в одну точку, в один фокус, из-за неодинакового преломления лучей в разных меридианах глаза. При таком виде рефракции наблюдается различная кривизна роговицы и хрусталика в различных меридианах глаза. Для коррекции астигматизма используются очки со сфероцилиндрическими линзами. Могут применяться и контактные линзы, способные компенсировать отклонения роговицы от правильной формы.

Мы часто встречаемся с такой ситуацией, когда едем в транспорте, и видим, что многие пассажиры читают газеты, журналы или книги. Как вы думаете, почему чтение в транспорте нежелательно?

Во время поездки постоянно изменяется освещенность страницы книги, а толчки и тряска приводят к изменению расстояния от книги до глаз. В таких условиях начинают работать все механизмы: аккомодации – приспособление к изменяющемуся расстоянию; конвергенции- поворота осей зрения, «бегают зрачки»; адаптации – приспособление глаз к видению окружающих предметов при разном уровне освещенности. Постоянное чтение в таких условиях могут вызвать утомление зрительного анализатора и ухудшение зрения.

### **Второй вопрос для обсуждения. Источники искусственного освещения.**

Искусственное освещение применяется в тех случаях, когда возникает недостаток естественного света, а также для освещения помещения в вечернее и ночное время суток.

*Освещение* – использование световой энергии для создания благоприятных условий видения окружающих предметов.

Уровень и характер освещения влияет на настроение, самочувствие, уровень физической и умственной работоспособности.

Светотехнические характеристики, принятые в физике, можно применять для гигиенической оценки освещения.

*Видимое излучение* – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ( $1 \text{ нм} = 10^9 \text{ м}$ ), регистрируемых человеческим глазом.

*Световой поток F* - это часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Электромагнитная энергия видимого диапазона поступает через оптическую систему глаза на сетчатку, где осуществляются процессы разложения светочувствительного вещества. Разложение вещества происходит с большей интенсивностью при высоком уровне светового потока, что обеспечивает сигнал значительной силы, поступающий в зрительный центр головного мозга.

*Освещенность E* – это отношение падающего на поверхность светового потока к величине площади этой поверхности:

$$E = dF / dS,$$

где  $dS$  – площадь поверхности ( $m^2$ ), на которую падает световой поток  $dF$ .

Измеряется освещенность в *люксах (лк)*.  $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм}/m^2$ .

Важной характеристикой, которая определяет зрительную работу, является *фон*.

*Фон*- поверхность, на которой происходит различение предмета. Фон определяется способностью поверхности отражать падающий на нее свет. С помощью коэффициента отражения можно определить отражательную способность.

*Коэффициент отражения (r)*- это доля светового потока, падающая на поверхность и отражающаяся от нее.

$$r = F_{\text{отр.}} / F_{\text{пад.}}$$

Значения коэффициента отражения могут изменяться в широких пределах в зависимости от цвета и фактуры поверхности. Фон считается *светлым* при  $r$  больше 0,4; *средним*, при значениях  $r$  в пределах 0,2...0,4; *темным*, если  $r$  меньше 0,2. Для того чтобы показать, каким образом контраст влияет на зрительное восприятие, необходимо поместить темный предмет на черный лист бумаги, а светлый предмет - на белый лист, а затем наоборот. В результате мы увидим, что предметы видны значительно лучше во втором случае, при большем контрасте.

Необходимая освещенность на рабочем месте зависит и от *размера объекта различения*.

*Размер объекта различения* – это минимальный размер наблюдаемого объекта( предмета), отдельной его части, которые необходимо различать при выполнении работы. При написании, или чтении текста объектом различения будет выступать толщина линии буквы. Размер объекта различения определяет *характеристику работы и ее разряд*. К первому разряду, относится работа наивысшей точности, при которой размер объекта различения менее 0,15мм; к второму разряду работы относится работа высокой точности и размер объекта различения находится в пределах 0,15...0,3 мм; к третьему разряду работы относится работа высокой точности с размером объекта от 0,3 до 0,5мм. Более высокий уровень освещенности необходим при выполнении работы с меньшим размером объекта различения и незначительным контрастом объекта различения с фоном.

Важно помнить, что слишком большая яркость оказывает отрицательное воздействие на зрение, в основе которой находится очень большой коэффициент отражения. Возникающее при этом явление ослепленности будет способствовать быстрому утомлению зрительного анализатора.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

В учебных помещениях в качестве источников искусственного освещения могут использоваться *лампы накаливания и газоразрядные лампы*.

*Лампы накаливания.*

Источником света в лампах накаливания является раскаленная вольфрамовая проволока, дающая непрерывный спектр излучения с высокой интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструктивным особенностям лампы накаливания бывают вакуумные,газонаполненные, бесспиральные (галогенные). Лампы накаливания характеризуются небольшим сроком службы ( менее 2000часов) и малой световой отдачей, определяемой отношением светового потока, к потребляемой электрической мощности (8-20лм/Вт).

*Газоразрядные лампы.(люминесцентные)*

Широкое применение находят газоразрядные лампы низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления называются *люминесцентными*. Состоят из стеклянной трубки, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором и наполненная дозированным количеством

ртути (30-80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На обоих концах трубки с внутренней стороны находятся электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд, сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение с помощью люминофора преобразуется в видимое световое излучение. Разный состав люминофора определяет цвет люминесцентной лампы. Газоразрядные лампы низкого давления отличаются встроенным высокочастотным преобразователем. Высокая светоотдача в таких лампах обеспечивается за счет возбуждения газового разряда на высоких частотах (десятки кГц).

*Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)* относятся к газоразрядным лампам высокого давления (0,03-0,08 МПа). Зелено-голубая область спектра является преобладающей в спектре излучения этих ламп.

*Основные достоинства газоразрядных ламп:*

- долговечность (свыше 10000 часов);
- экономичность;
- малая себестоимость изготовления;
- благоприятный спектр излучения, который обеспечивает высокое качество цветопередачи;
- низкая температура поверхности;
- светоотдача ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

Основным недостатком газоразрядных ламп является наличие стробоскопического эффекта, который может представлять серьезную опасность. Стробоскопический эффект проявляется в пульсации освещенности на рабочей поверхности, которая может привести не только к утомлению зрения, но и способствовать неадекватному восприятию наблюдаемого объекта.

*Стробоскопический эффект* - кажущееся изменение или прекращение движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать пульсирующим световым потоком (вспышками), то сектор будет казаться неподвижным при частоте  $f_{всп} = f_{вращ.}$ , медленно вращающимся в обратную сторону при  $f_{всп} < f_{вращ.}$ , медленно вращающимся в

ту же сторону при  $f_{\text{всп}} = f_{\text{вращ}}$ , где  $f_{\text{всп}}$  и  $f_{\text{вращ}}$  – соответственно частоты вспышек и вращения диска. Причиной травматизма может стать пульсация освещенности на вращающиеся и линейно движущиеся предметы, создавая иллюзию их неподвижности.

Люминесцентное освещение в учебных помещениях обеспечивается с применением ламп: ЛБ, ЛХБ, ЛЕЦ. От светонесущей стены светильники с люминесцентными лампами располагаются параллельно ей и на расстоянии 1,2 м от наружной стены и 1,5 м от внутренней.

В методической литературе для наглядной демонстрации достоинств и недостатков двух типов искусственных ламп – ламп накаливания (ЛН) и газоразрядных ламп (ГЛ) описывается демонстрационный прибор. Необходимое условие, в целях обеспечения безопасности, изготовить прибор должен электрик. Рекомендуется на одной панели закрепить два типа ламп одинаковой мощности – лампу накаливания и газоразрядную лампу. На этой же панели нужно разместить выключатели каждой лампы, пусковые устройства газоразрядных ламп. Из диэлектрического материала должны быть выполнены панель и корпус прибора (рис.4).

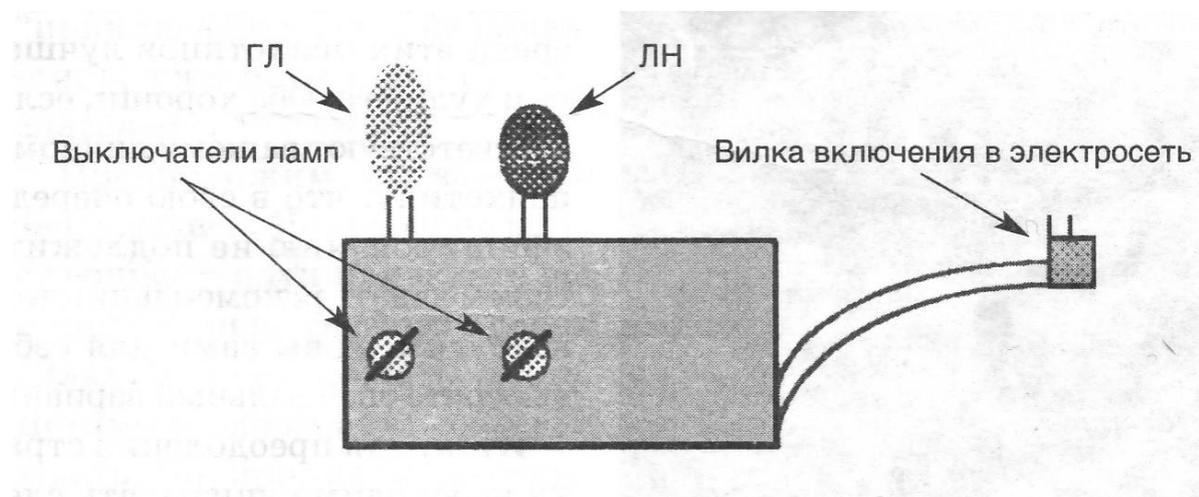


Рис.4. Прибор для демонстрации источников света.

Демонстрация источников света осуществляется в следующей последовательности:

-сначала включается газоразрядная лампа, затем лампа накаливания; сравнение светового потока этих ламп показывает, что от газоразрядных

ламп он намного больше, соответственно и большая светоотдача, по сравнению с лампой накаливания;

-время загорания у этих ламп разное: лампа накаливания при включении загорается сразу, люминесцентная лампа разгорается в течение определенного времени, которое может достигать нескольких минут, показывая этим недостаток этих ламп.

Показано, что от типа искусственного источника освещения зависит правильность *цветопередачи*. Многочисленные примеры свидетельствуют о том, что лампы накаливания искажают правильную цветопередачу. Например, темно-синяя ткань кажется черной, желтый цвет может выглядеть как грязно-белый. Во многих случаях важна правильность цветопередачи, на уроках художественного творчества, в полиграфической промышленности, картинных галереях, в этих случаях, в качестве источника искусственного освещения лучше применять люминесцентные лампы.

Разное воздействие оказывают источники искусственного освещения и на работоспособность и самочувствие человека, особенно в домашних условиях. Теплый красновато-желтый цвет ламп накаливания способствует успокоению и отдыху, в то же время, холодный белый цвет люминесцентных ламп повышают работоспособность, оказывают возбуждающее воздействие и настраивают на работу.

Широкое распространение получили *галогидные лампы* – лампы накаливания с йодным циклом. Пары йода, находящиеся в колбе лампы, позволяют повысить температуру накала нити, т.е. светоотдачу лампы до 40 лм/Вт. Пары вольфрама при испарении с нити накаливания, соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, что способствует сохранению вольфрамовой нити и увеличению срока службы лампы до 3 тыс.ч. Близок к естественному спектр излучения галогидной лампы.

### **Психофизиологическое воздействие цвета на человека**

Психофизиологическое воздействие цвета на человека необходимо учитывать при цвето-световом оформлении помещения. Показано, что некоторые цвета, например, *красный, светло-фиолетовый*, могут вызывать раздражение, снижать уровень работоспособности и приводить к утомлению. Другие цвета, такие как, *зеленый, голубой*, способствуют обратному эффекту. *Желтый и лимонные цвета* располагают к хорошему настроению.

*Черный цвет*- мрачный и тяжелый, резко снижает настроение. *Белый цвет*, холодный, однообразный, способен вызвать апатию. В помещениях которые предназначены для отдыха, лучше применять лампы накаливания. Люминисцентные лампы в большей степени подходят для помещений, которые предназначены для занятий.

### **Третий вопрос для обсуждения. Естественное освещение.**

Наряду с искусственным освещением в помещениях используется естественное освещение, которое более экономичное и совершенное с точки зрения медико-санитарных требований по сравнению с искусственным. В связи с этим, желательно максимально использовать возможности солнечного света, выполняя напряженные и длительные зрительные работы при естественном освещении. Естественное освещение обеспечивается проникновением внутрь зданий солнечного света через окна и светопроемы. Уровень естественного освещения зависит от времени года и суток, а также от атмосферных явлений. Конструктивные особенности зданий, величина застекленной поверхности, форма и расположение окон, факторы, влияющие на естественную освещенность.

Для характеристики естественной освещенности применяется *коэффициент естественной освещенности (КЕО)*. Установлены минимальные допустимые значения этого коэффициента.

*Коэффициент естественной освещенности (КЕО)* – это отношение освещенности  $E_v$  внутри помещения за счет естественного света к наружной освещенности  $E_n$  от всей полусферы небосклона, выраженное в процентах:

$$К.Е.О. = (E_v/E_n) \times 100\%.$$

С удалением от окон величина К.Е.О. уменьшается. Коэффициент естественной освещенности не зависит от времени года и суток, состояния небосвода и находится в зависимости от геометрии оконных проемов, загрязненности стекол, окраски стен помещений. Следовательно мероприятия по улучшению естественной освещенности в учебном помещении могут быть разные: поддержание в чистоте остекленной поверхности окон, окраска стен в более светлые тона, соблюдать свободный доступ к окнам, не допуская их загромождения предметами и мебелью.

Существует зависимость минимально допустимой величины К.Е.О. от разряда работы. Для работ высокого разряда устанавливаются большие

минимально допустимые значения К.Е.О. Например, для работы наивысшей точности первого разряда, при боковом естественном освещении минимально допустимое значение К.Е.О. равен 2%, при верхнем – 6%. Зрительный труд учащихся относится ко второму разряду работы, при боковом естественном освещении в классе, аудитории, К.Е.О. должен быть равен 1,5%.

Для студентов будет очень интересным сообщение о том, что в воспоминаниях, книгах описываются залы дворцов, в которых проходили балы в 18-19 веках, залитые светом тысяч свечей, в действительности не могли иметь освещенность более 10-30 люкс, это очень небольшая величина по сравнению с современными требованиями к освещенности.

Для измерения освещенности применяется оборудование: фотоэлектрический люксметр Ю-116, пульсометр.

Люксметр Ю-116 состоит из фотоэлемента (рис.5) с набором поглотительных насадок 3,4,5,6 и гальванометра 2.

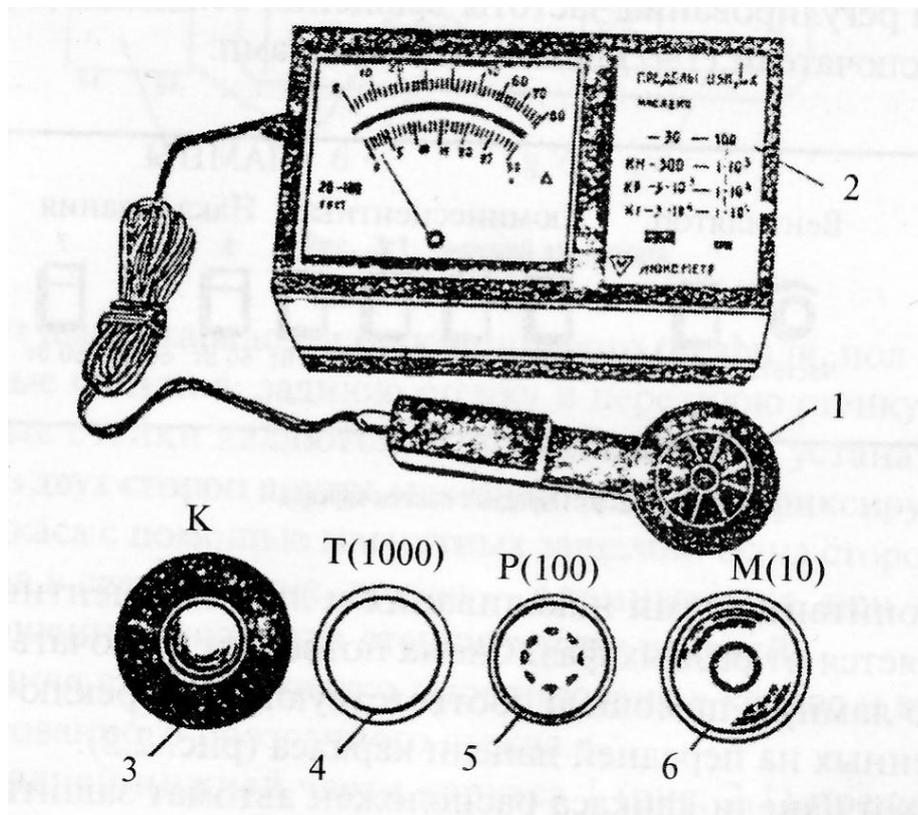


Рис. 5. Люксметр Ю-116

Действие прибора основано на фотоэлектрическом эффекте. Световой поток попадает на селеновый фотоэлемент, вызывая электрический ток, величина

которого фиксируется стрелкой гальванометра пропорционально величине светового потока. У прибора две шкалы измерения: от 0 до 30 лк и от 0 до 100 лк, и соответствующие им кнопки управления. При нажатии левой кнопки отсчет показаний ведется по шкале 0-30 лк, при нажатии правой- 0-100 лк. Наибольшую погрешность измерений прибор дает при малых отклонениях стрелки гальванометра. Поэтому на каждой шкале обозначено допустимое начало измерения. На шкале 0-30 лк эта точка находится над отметкой 5 лк, а на шкале 0-100 лк - над отметкой 20 лк. При измерении больших освещенностей (свыше 100 лк) на фотоэлемент надевают светопоглощительные насадки К, М, Р, Т. Насадка К выполнена в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы и предназначена для уменьшения косинусной погрешности, связанной с углом падения света на фотоэлемент. Насадка К применяется только совместно с одной из насадок М, Р, Т. При использовании насадок К и М коэффициент ослабления светового потока составляет 10, при использовании насадок К и Р - 100, а насадок К и Т - 1000. Показания прибора при использовании насадок умножают на соответствующий коэффициент ослабления.

*Люксметр-пульсометр* (рис.6) состоит из корпуса 1, на лицевой панели которого расположен стрелочный индикатор 2, переключатель 3 режима измерения (освещенность Е – коэффициент пульсации  $K_p$ ), переключатель 4 диапазона измерения (100-30) и переключатель 5 включения напряжения сети со встроенным индикатором. На задней стенке корпуса 1 закреплен сетевой шнур 6 с вилкой и держатель 7 предохранителя.

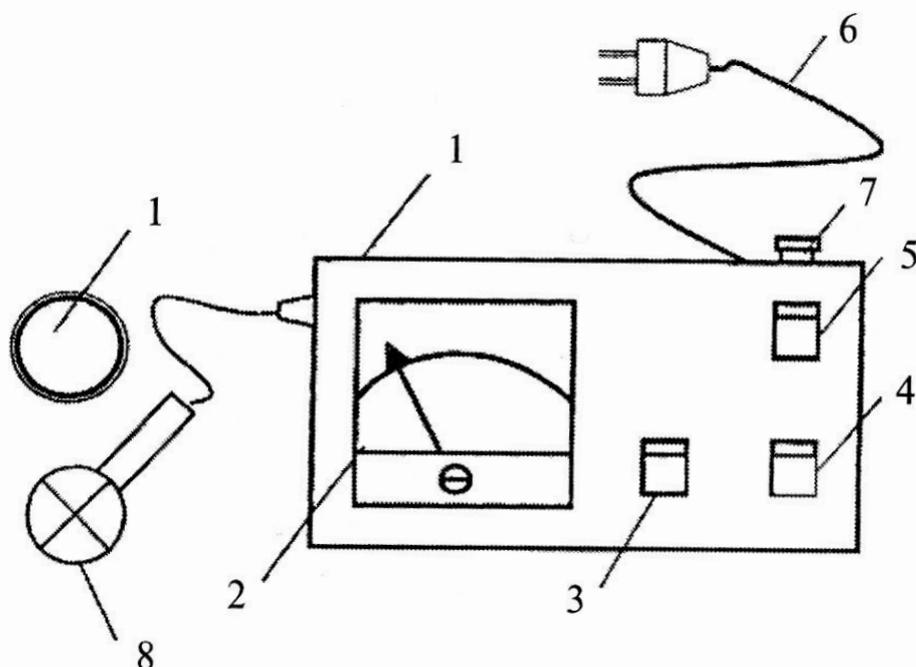


Рис. 6. Люксметр - пульсометр.

В качестве приемника светового потока используется измерительная головка 8 с насадками 9. При выключенном питании прибор работает как люксметр (Ю-116) и позволяет измерять освещенность в диапазоне от 5 до 100000 лк. Выбор диапазона определяется насадками. В положении 100 переключателя 4 диапазона измерения с насадками К и М измеряется освещенность до 100 лк, с насадками К и Р – до 10000 лк и с насадками К и Т - до 1000000 лк. В положении 30 переключателя диапазона измерения с этими же насадками измеряется освещенность до 300 лк, 3000 лк, 30000 лк. При включении питания прибор позволяет измерять коэффициент пульсации освещенности в диапазоне от 0 до 30% или от 0 до 100% в зависимости от положения переключателя диапазона измерения. Измерение коэффициента пульсации необходимо производить при тех же насадках, что и измерение освещенности.

**Четвертый вопрос для обсуждения.** Гигиенические требования к освещенности жилых помещений.

Освещение жилых помещений должно обеспечивать уровень освещенности, соответствующий сложности выполняемых зрительных работ, который обеспечивается лампами накаливания и люминесцентными источниками света. Люминесцентные лампы обычно применяются для организации

освещения на рабочих местах,обладая такими необходимыми качествами как: меньшим тепловым излучением, лучшей цветопередачей, высоким уровнем освещенности. Очень интересная и важная информация о рекомендуемых уровнях наименьшей освещенности для различных зон и видов работы в квартире, которая поможет в организации рационального освещения в квартире.

<u>Вид помещения и выполняемой</u> <u>работы в жилых помещениях</u>	<u>Наименьшая освещенность</u> <u>рабочей поверхности,</u> <u>в числителе-освещенность</u> <u>при использовании ЛЛ,</u> <u>в знаменателе –при ЛН (Люкс)</u>
<b>Прием пищи</b>	200/ 100
Приготовление пищи	200/ 100
<b>Занятия:</b>	
работа за письменным столом	300/150
чтение в кресле	200/100
<b>Отдых</b>	
чтение	200/100
рукоделие	100/ 50
беседы, игры	100/50
<b>Туалет и косметика</b>	200/100
умывание, бритье	200/100
мытьё, стирка	150/100
Уборная	50/20
<b>Хозяйственные работы:</b>	
ручное шитье	400/200
кройка, шитье на	

швейной машине 400/200

глажение 300/150

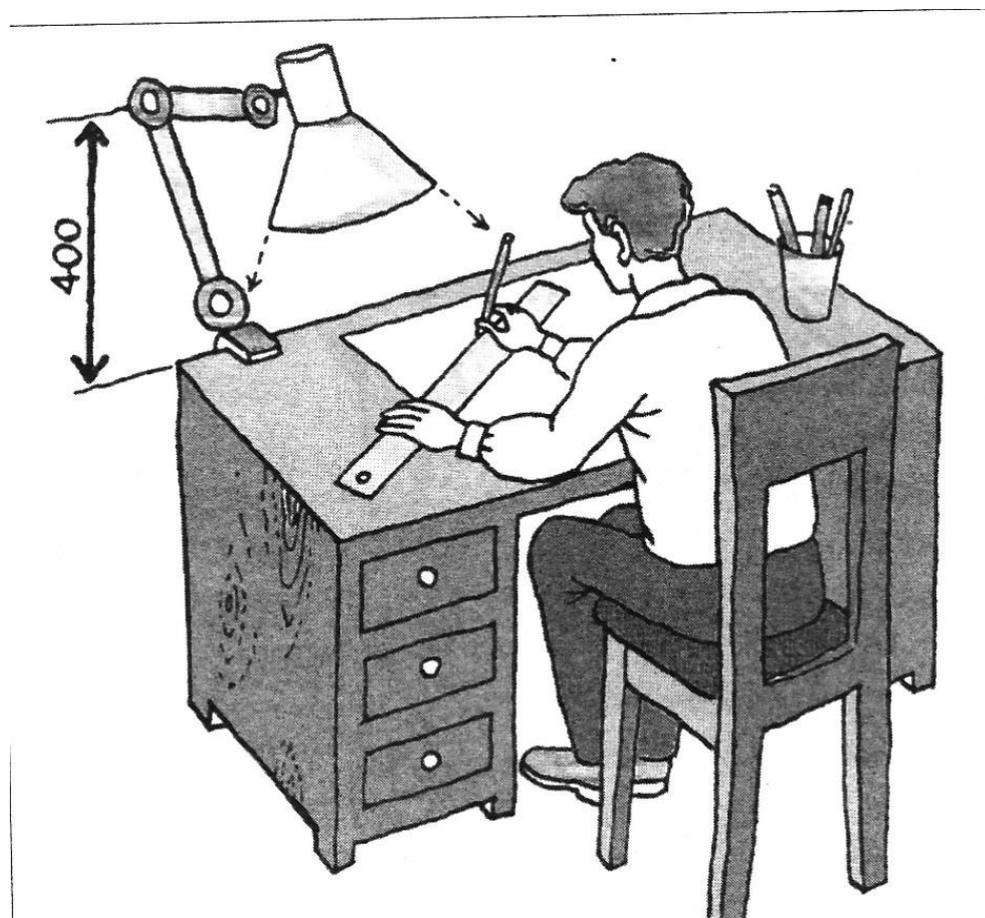
**Любительский труд:**

слесарные,

столярные работы 300/150

моделирование, рисование 500/300

игра на музыкальных инструментах 300/150



При организации освещения рабочего места необходимо соблюдать следующие рекомендации (рис.7):

-осветительный прибор необходимо размещать таким образом, чтобы свет, отраженный от поверхности, не попадал в глаза;

-работать следует при включенном общем освещении;

-на рабочую поверхность не должны попадать тени от других предметов;

-повехность стола должна быть матовой.

Особое внимание нужно уделять организации освещенности рабочего места, при работе за компьютером, так как работа за монитором очень напряженная и вредная зрительная работа.

**Практическая работа.** Гигиеническая оценка освещенности учебной аудитории.

**Задания.** Оценить естественную и искусственную освещенность и сравнить полученные результаты с нормативными.

1.Для оценки качества естественного освещения внутри помещения рассчитать световой коэффициент, который определяется как отношение застекленной повехности к площади пола по формуле:

$$K_c = S_c / S_{\text{п}} ,$$

где  $S_c$  –площадь застекленной световой поверхности.  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{п}}$  – площадь пола,  $\text{м}^2$ .

Норматив для светового коэффициента: от 0,10 до 0,20.

2. С помощью люксметра замерьте освещенность в различных точках помещения ( на поверхности столов, расположенных на разных расстояниях от окна) –  $E_B$ .

3.Замерьте освещенность на улице (освещенность от небосклона) -  $E_H$ .

4.Рассчитайте величину К.Е.О. в точках измерения:

$$\text{К.Е.О.} = E_B / E_H \times 100\% .$$

Норматив для К.Е.О.: 1,5%

Сравните измеренные величины коэффициента естественной освещенности с минимально допустимыми.

5.С целью улучшения естественной освещенности в учебной аудитории предложите свои мероприятия, направленные на повышение К.Е.О.

6. Для оценки искусственного освещения рассчитать удельную мощность, которая определяется как отношение мощности всех ламп в ваттах к площади пола по формуле:

$$P = C_1 + C_2 + \dots + C_n / S_{\text{П}},$$

где:  $P$  – удельная мощность Вт/кв.м;

$C$  - мощность ламп Вт.;

$S_{\text{П}}$  – площадь пола в кв.м.

Норматив для люминесцентных ламп:  $P = 24-25$  Вт/кв.м;

для ламп накаливания :  $P = 48 - 50$  Вт/ кв.м.

7. С помощью формулы, рассчитайте искусственную освещенность в люксах:

$$E_{\text{ИСК}} = P \times E_{\text{ТАБЛ.}} / 10 \times K ,$$

где:  $P$  – удельная мощность Вт/ кв.м;

$K$  – коэффициент запаса равный 2,0 при мощности ламп накаливания и люминесцентных ламп 100 Вт и менее. При большей мощности он равен 2,5;

$E_{\text{ТАБЛ.}}$  – для освещения учебных помещений лампами накаливания равна 150 лк, при применении люминесцентных ламп 300.

Норматив для ламп накаливания – 150 лк;

для люминесцентных ламп – 300 лк.

8. Дать гигиеническую оценку искусственной освещенности в учебной аудитории.

### Контрольные вопросы

1. За счет каких механизмов осуществляется приспособление глаза к видению предметов?
2. Почему нежелательно чтение в транспорте?
3. Что такое рефракция глаза? Назовите основные виды рефракции глаза.
4. Что такое освещение помещений?

5. Что такое световой поток, освещенность?
6. Назовите источники искусственного освещения.
7. Объясните суть стробоскопического эффекта.
8. Объясните принцип действия и устройство люксметра Ю-116.
9. Объясните принцип действия и устройство люксметра-пульсометра.
10. Что такое коэффициент естественного освещения и от чего он зависит?
11. Влияет ли на коэффициент естественного освещения время суток?
12. Каким образом можно улучшить естественную освещенность в помещении?
13. Каково психофизиологическое воздействие цвета на человека? На занятии можно рассмотреть индивидуальные особенности восприятия того или иного цвета. Обсудить цветовое оформление учебных аудиторий.
14. Как определяется коэффициент естественной освещенности?
15. Как определяется световой коэффициент?
16. К какому разряду относится зрительная работа учащихся?
17. Назовите достоинства и недостатки ламп накаливания и газоразрядных ламп.
18. В чем отличие цветового оформления зон отдыха и активной деятельности? Обсудить варианты цветового и светового оформления этих зон.

### **Тестовые задания**

1. Что является одной из причин возникновения заболевания «куриная слепота»:
  - а) недостаток в пище витамина С;
  - б) недостаток в пище витамина А;
  - в) функциональные нарушения в работе фоторецепторов.
  
2. У кого чаще встречается заболевание «дальтонизм»:
  - а) у женщин;
  - б) у мужчин;
  - в) встречается одинаково часто у женщин и у мужчин.

3. Что такое рефракция глаза:

- а) преломляющая способность глаза;
- б) изменение кривизны хрусталика;
- в) способность видения предметов при разном уровне освещенности;
- г) поворот осей зрения.

4. Близорукость это:

- а) фокусирование лучей за сетчаткой глаза;
- б) фокусирование лучей на сетчатке глаза;
- в) фокусирование лучей перед сетчаткой глаза.

5. Какие факторы влияют на величину КЕО:

- а) геометрия оконных проемов;
- б) загрязненность стекол;
- в) время года и суток;
- г) состояние небосвода.

6. Какова минимально допустимая величина КЕО для зрительного труда учащихся?

- а) 1,5%;
- б) 2% ;
- в) 6%.

7. Какие положения характерны для астигматизма;

- а) невозможность схождения лучей в одной точке;
- б) фокусирование лучей перед сетчаткой глаза;

в) различная кривизна роговицы и хрусталика в различных меридианах глаза;

г) фокусирование лучей за сетчаткой глаза.

8. Каковы особенности проявления стробоскопического эффекта:

а) кажущееся изменение формы предмета;

б) пульсация освещенности на рабочей поверхности;

в) кажущееся изменение в траектории движения предмета;

г) кажущееся изменение цвета предмета;

д) кажущееся прекращение движения предмета.

9. Какие источники искусственного освещения могут исказить правильную цветопередачу:

а) лампы накаливания;

б) люминесцентные лампы;

в) дуговые ртутные лампы;

г) галогенные лампы.

10. Какие источники искусственного освещения содержат в своем составе пары йода?

а) галогенные лампы;

б) дуговые ртутные лампы;

в) люминесцентные лампы;

г) лампы накаливания.

## **Практическое занятие. Влияние шума на жизнедеятельность человека. Средства индивидуальной защиты от шума.**

**Цель занятия:** изучить источники шума и их шумовые характеристики, влияние шума на организм человека; рассмотреть основные средства и методы защиты от шума; изучить приборы и методику измерения параметров шума.

**Первый вопрос для обсуждения.** Принципы гигиенического нормирования и санитарно-гигиенической оценки параметров шума.

Борьба с шумом имеет большое гигиеническое и социально-экономическое значение, что связано с тенденцией роста шумового загрязнения окружающей среды и связанного с этим ухудшением состояния здоровья населения.

Шум представляет собой с физической точки зрения беспорядочное сочетание звуков разных частот и интенсивностей. Шум можно охарактеризовать как совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты. Разной интенсивностью обладают окружающие человека шумы: разговорная речь - 50...60 дБА, автосирена – 100 дБА, шум двигателя легкового автомобиля – 80 дБА, громкая музыка - 70дБА, шум от движения трамвая - 70...80 дБА, шум в обычной квартире - 30...40 дБА.

*Классификация шумов:*

*-в зависимости от преобладания звуковой энергии в диапазоне частот:* низкочастотные, среднечастотные, высокочастотные;

*-по временным характеристикам:* постоянные и непостоянные;

*-по длительности действия:* продолжительные и кратковременные;

*-непостоянные шумы:* колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсивные.

Основные параметры звуков, которые составляют шум:

- частота (f,Гц);

- звуковое давление ( $p$ , Па);
- уровень звукового давления ( $L$ , дБ);
- интенсивность ( $I$ , Вт/м<sup>2</sup>);
- уровень интенсивности ( $L_I$ , дБ).

При гигиеническом нормировании шума и разработке способов и средств защиты от него учитывается очень важное обстоятельство, с возрастанием частоты шума увеличиваются громкость и негативное воздействие на человека.

*Основопологающие документы, в соответствии с которыми, осуществляется гигиеническое нормирование шума:*

- ГОСТ 12.1. 003- 83 ССБТ;
- санитарные нормы СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96.

*Параметры шума в жилых помещениях, общественных зданий, которые подлежат нормированию:*

- для постоянного шума – уровни звукового давления;
- для непостоянного шума – эквивалентный по энергии уровень звука и максимальный уровень звука.

*Параметры производственного шума, которые подлежат нормированию:*

- для постоянного шума на рабочих местах- уровни звукового давления ( $L$ , дБ) в стандартных октавных полосах со среднегеометрическими частотами ( $f_{сг}$ , Гц);
- для непостоянного шума на рабочих местах – эквивалентный (по энергии) уровень звука ( $L_{Aэкв,д}$  дБА).

**Второй вопрос для обсуждения. Источники шума.**

В условиях городской жилой среды источники шума можно разделить на две большие группы: *расположенные вне зданий* и *находящиеся внутри зданий*.

Расположенные вне зданий делятся на *подвижные* и *стационарные*.

*Стационарные шумы* – постоянно или долговременно установленные в каком-либо месте.

К расположенным вне зданий относится *транспортный шум*, который по характеру воздействия является непостоянным внешним шумом. Шумовое загрязнение городов связано с негативным воздействием транспорта. Показано, что около 40...50% населения крупных городов живет в условиях акустического дискомфорта. Допустимые уровни шума на загруженных городских магистралях, на протяжении железных дорог, в зоне аэропортов, превышаются на 30...40дБ, что может создать угрозу для здоровья населения.

Какие факторы влияют на уровень шума?

- интенсивность и состав транспортных потоков;
- профиль улиц;
- высота и плотность застройки;
- тип дорожного покрытия и проезжей части;
- зеленые насаждения;
- фактический режим движения транспорта.

Источники шума, находящиеся внутри зданий подразделяются на несколько групп:

- техническое оснащение зданий (лифты, трансформаторные подстанции и т.п.);
- технологическое оснащение зданий (морозильные камеры магазинов, оборудование мастерских и т.п.);
- санитарное оснащение зданий (водопроводные сети, душевые и т.п.);
- бытовые приборы (холодильники, пылесосы, стиральные машины и т.п.);
- музыкальные инструменты, радиоприемники, стиральные машины и др.

**Третий вопрос для обсуждения.** Акустические колебания.

*Виды акустических колебаний:*

- Звуковыми* называются акустические колебания, которые воспринимаются человеком с нормальным слухом, в диапазоне 16 Гц...209 кГц;

-*Инфразвуковыми* называются акустические колебания с частотой менее 16 Гц;

-*Ультразвуковыми* называются акустические колебания в диапазоне выше 20 кГц.

Акустическое поле создается при распространении звуковых колебаний в пространстве.

Слуховой анализатор может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничивается порогом слышимости (1...5кГц) и порогом болевого ощущения (140 дБ, звуковое давление 200Па).

Низкочастотные ультразвуковые колебания хорошо распространяются в воздухе и могут оказывать воздействие на организм, биологический эффект которого зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела. При длительном и систематическом воздействии *ультразвука*, распространяющегося в воздухе, возникают функциональные нарушения:

- нервной системы;
- сердечно-сосудистой системы;
- эндокринной системы;
- слухового и вестибулярного анализаторов.

Значительные функциональные нарушения возникают у работающих на ультразвуковых установках: например, вегетососудистая дистония, высокий уровень утомления, головные боли, нарушения концентрации внимания и мыслительного процесса, бессонница. Неврологические нарушения возникают в кистях рук при контактном воздействии высокочастотного ультразвука. Многочисленные исследования показывают, что ультразвуковые колебания могут вызывать изменения костной структуры с разрежением плотности костной ткани.

В нормативных документах ГОСТ 12.1001 – 89 и СанПин 2.2.4.582 -96 определены гигиенические нормативы ультразвука.

*Инфразвук* – область акустических колебаний с частотой, ниже 16...20 Гц, во многих случаях сочетается с низкочастотным шумом, иногда с низкочастотной вибрацией. Воздействие инфразвука на организм человека в

пределах 110...150 дБ характеризуется многочисленными неблагоприятными последствиями:

- нарушениями ЦНС;
- реактивными изменениями в сердечно-сосудистой и дыхательной системах;
- реактивными изменениями вестибулярного анализатора, что проявляется головокружением и нарушением равновесия;
- повышенным уровнем тревожности и неуверенности;
- эмоциональной неустойчивостью.

Нормативным документом Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.583-96, регламентируются гигиенические нормативы для инфразвука.

**Четвертый вопрос для обсуждения.** Неблагоприятное воздействие шума на организм человека.

Многочисленные данные показывают, что длительные воздействия интенсивного шума могут приводить к серьезным изменениям в работе слухового анализатора, нередко сопровождающиеся снижением остроты слуха. Показано, что громкость ниже 80 дБ не влияет на слуховой анализатор; громкость от 0 до 20 дБ – очень тихая; от 20 до 40 дБ – средняя; от 60 до 80 – шумная; выше 80 дБ – очень шумная; при воздействии шума очень высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки, более 160 дБ – смерть.

*Шумовая болезнь* -характеризуется развитием профессионального неврита (тугоухости) слухового нерва, сопровождающееся функциональными расстройствами во многих системах организма: центральной нервной системе, вегетативной нервной системе, дыхательной, сердечно-сосудистой системе и других системах.

Шумовая болезнь чаще всего встречается у рабочих, длительное время подвергающихся интенсивному шуму.

Изменения в *центральной нервной системе* характеризуются: раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением, расстройством сна.

Изменения *желудочно-кишечного тракта* характеризуются сдвигами в обменных процессах: нарушением углеводного, белкового, жирового, солевого обменов, болями в области желудка и желчного пузыря, изменением кислотности желудочного сока.

Изменения в *сердечно-сосудистой системе* проявляются сердечно-сосудистыми заболеваниями, изменением скорости пульса, болями в области сердца, гипертонической болезнью.

Изменения со стороны *вестибулярного анализатора* проявляются головокружениями, головными болями, нарушением равновесия.

Влияние шума на организм человека проявляется и в снижении защитных систем и общей устойчивости к внешним воздействиям. Женский и детский организм особенно чувствительны к шуму.

**Пятый вопрос для обсуждения.** Способы защиты от шума.

Способы защиты от шума регламентируются строительными нормами и правилами «Защита от шума» (СНиП 23-03-2003). Существуют *организационные* и *инженерные* способы снижения уровня нормируемых параметров шума до предельно допустимых и допустимых величин.

*Основные инженерные способы защиты от шума:*

- ослабление шума в источнике его возникновения;
- звукоизоляция источника шума;
- звукопоглощение;
- строительно-акустические решения.

Метод *звукоизоляции* ограждением заключается в отражении звуковой энергии в большей мере, чем проникновение ее за ограждение. Звукоизолирующие ограждения должны обладать определенными свойствами: быть плотными, твердыми, массивными и выполнены из таких материалов как металлопрокат, бетон.

Метод *звукопоглощения* заключается в использовании для облицовки внутренних поверхностей помещений (стен, потолков) звукопоглощающих

материалов. Принцип звукопоглощения заключается в том, что воздух, который заполняет микропустоты звукопоглощающего материала и структурные частицы, из которых состоит данный материал, начинают колебаться с определенной частотой под воздействием звуковой волны, что приводит к их взаимному трению. В результате такого взаимодействия часть энергии звуковой волны переходит во внутреннюю энергию звукопоглощающего материала, что приводит к незначительному повышению его температуры. В качестве звукопоглощающих материалов можно применять ультратонкое стекловолокно, минеральную вату, вспененный полиуретан, пористые материалы.

*Организационные способы защиты от шума :*

- ограждение шумящих производств зонами зеленых насаждений;
- применение рациональной планировки помещений;
- проведение периодических медицинских осмотров с прохождением аудиометрии;
- соблюдение труда и отдыха;
- проведение профилактических мероприятий, направленных на восстановление здоровья.

*Строительно-акустические решения и индивидуальные средства защиты.*

Одним из распространенных методов защиты персонала, непосредственно работающего с источниками шума, является применение *звукоизолирующих кожухов*, которые полностью или частично закрывают акустически активное оборудование. На особо шумных производствах применяют индивидуальные шумозащитные приспособления: антифоны, противошумные наушники, ушные вкладыши типа «беруши».

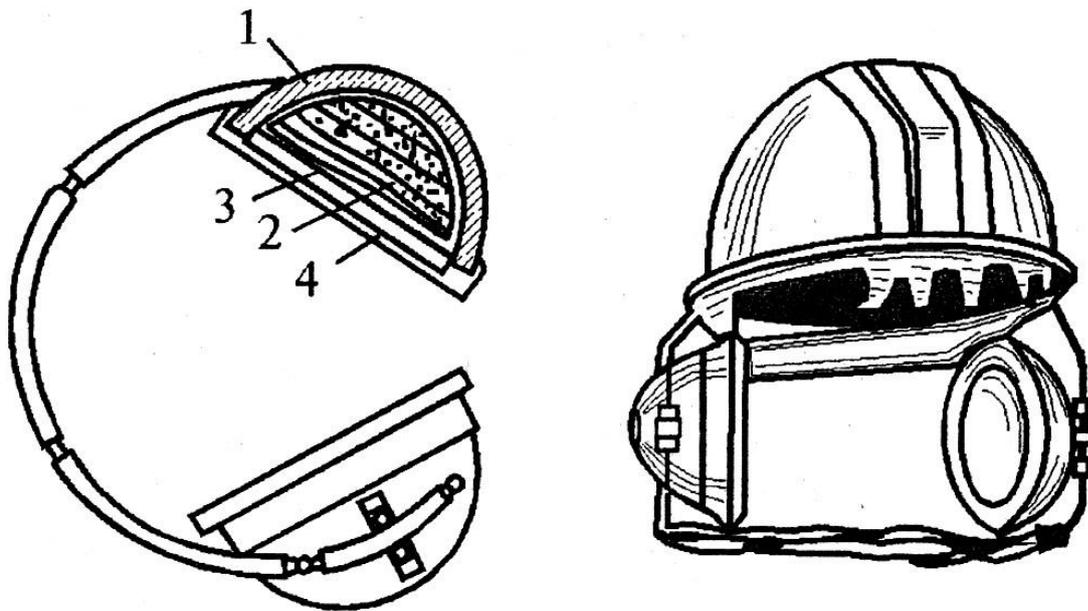


Рис. 1. Противошумные наушники:

1- пластмассовый корпус; 2- стекловата; 3- уплотняющие прокладки; 4- съемные чехлы из пленки и фланели.

Эти средства должны отвечать гигиеническим требованиям, быть удобными в эксплуатации. На производствах, в целях борьбы с шумом, разработана система оздоровительно-профилактических мероприятий, важное место среди которых занимают санитарные нормы и правила.

#### *Снижение уровня шума в жилой среде:*

- использование для отделки лоджий и балконов звукопоглощающей облицовки;
- применение окон с повышенной звукоизоляцией, которая может быть достигнута за счет увеличения толщины стекол и воздушного пространства между ними;
- тройное остекление, применение звукопоглощающей прокладки по периметру оконных рам;
- практическое применение нашли специальные конструкции оконных блоков с устройством вентиляционных клапанов-глушителей «шумозащитное окно»;

-параллельно транспортной магистрали строительство шумозащитных объектов.

**Шестой вопрос для обсуждения.** Приборы, предназначенные для измерения параметров шума и вибрации. Практическая работа.

Лабораторный стенд показан на рис.1, представляющий макет, который состоит из двух камер, имитирующих помещения.

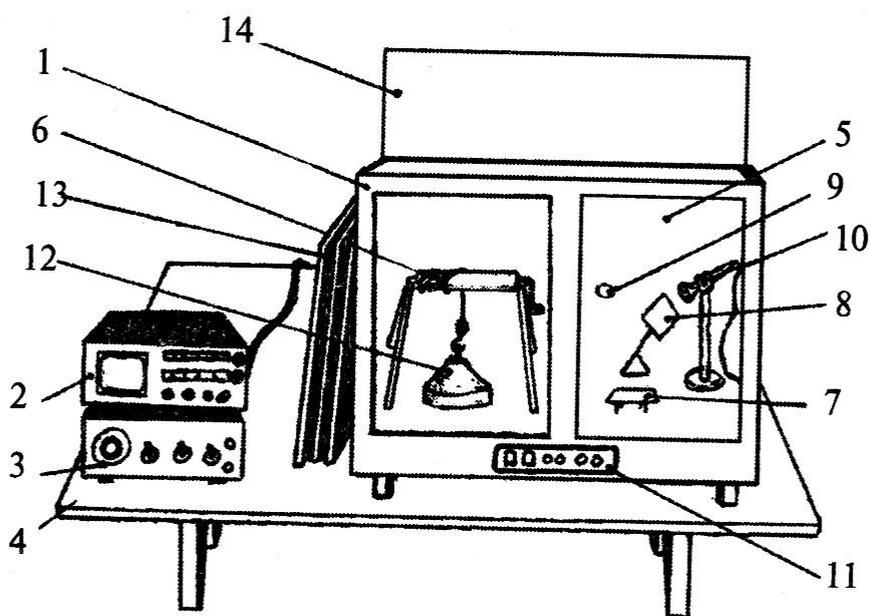


Рис. 1. Схема лабораторного стенда: 1- макет производственных помещений; 2- измеритель шума; 3- генератор сигналов; 4- подставка; 5- смотровое окно; 6- макет козлового крана; 7- рабочий стол (макет); 8- кульман (макет); 9- осветительная лампа; 10- микрофон шумомера; 11- панель управления стенда; 12- звукоизолятор динамика; 13- сменные звукопоглощающие перегородки; 14-короб звукопоглощающий.

В левой камере находятся макет козлового подъемного крана 6 и источник шума (динамик), накрываемый звукоизолятором 12. В правой камере размещены макеты оборудования конструкторского бюро. Между двумя помещениями есть возможность устанавливать сменные звукоизолирующие перегородки 13 из различных материалов. Короб можно использовать как средство звукопоглощения и помещать внутрь стенда при отсутствии перегородки 13. Короб звукопоглощающий изготовлен из гофрированного

картона в виде корпуса, который облицован изнутри звукопоглощающим материалом- пенополиуретаном.

### *Измеритель шума и вибрации.*

Измеритель шума и вибрации модели ВШВ-003-М2 применяется для измерения параметров шума. Лицевая панель прибора показана на рис.2. Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220В.

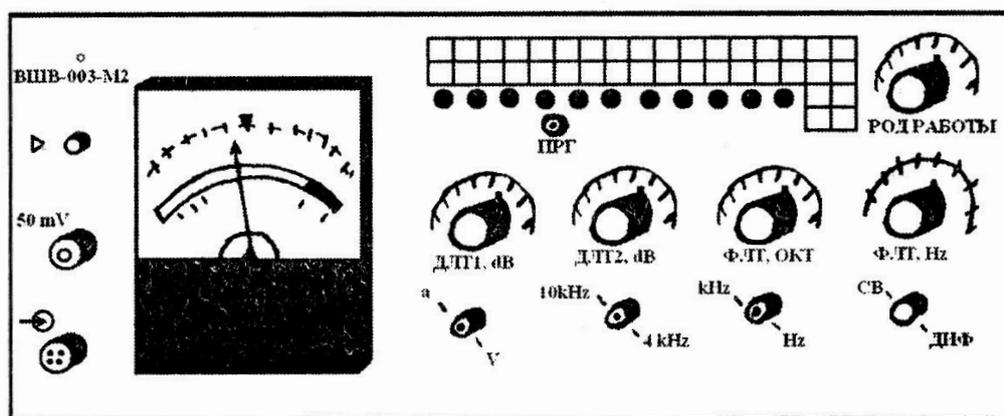


Рис.2. Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 (лицевая панель).

С помощью данного прибора можно производить следующие измерения:  
*уровень звука* на частотных характеристиках А,В,С;

*уровень звукового давления* в диапазоне частот от 2Гц до 18 кГц в стандартных октавных частотных полосах;

*уровень звукового давления* общего шума, а также параметров вибрации.

### *Генератор низкочастотных колебаний ФГ-100.*

Генератор ФГ-100 входит в состав стенда, основной задачей которого является формирование заданных величин частоты и амплитуды электрических сигналов, которые подаются в системы генерирования шума и вибрации. Внешний вид генератора представлен на рис.3. Основной принцип действия генератора заключается в формировании слабых сигналов звуковых частот и усилении их с помощью усилителя мощности.

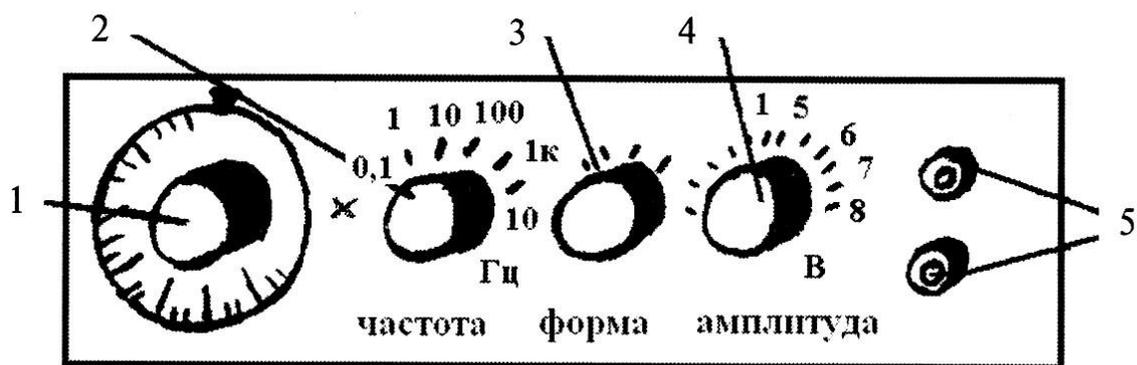


Рис.3. Генератор ФГ -100 (лицевая панель): 1-рукоятка регулирования частоты; 2- переключатель диапазона частот; 3- рукоятка регулирования выходного сигнала; 4- рукоятка регулирования выходного напряжения; 5- гнезда для подключения нагрузки к генератору.

*Исследование эффективности звукоизолирующей перегородки.*

1. Подключить стенд к электросети, с помощью переключателей включить освещение внутри макетов.
2. Установить микрофонный капсюль на подставку в правую камеру стенда.
3. Подключить к стенду генератор сигналов ФГ-100. Подать от генератора на громкоговоритель сигнал частотой 250Гц амплитудой, при которой уровень звукового давления, показываемый измерителем шума, находится в диапазоне 90-100дБ.
4. Измерить уровень звукового давления ( $L$ ,дБ) в стандартных среднегеометрических частотных полосах без средств шумозащиты.
5. Измерить уровень звукового давления ( $L_1$ , дБ) после установления звукоизолирующей перегородки.
6. Сравнить полученные результаты с санитарными нормами.

*Исследование эффективности звукоизолирующего кожуха.*

С помощью звукоизолирующего кожуха накрыть решетку громкоговорителя и измерить уровни звукового давления ( $L_2$ , дБ) в стандартных среднегеометрических частотных полосах.

### *Исследование эффективности средств звукопоглощения.*

Установив кожух, который моделирует звукопоглощающую облицовку стен и потолка помещения, измерить уровни звукового давления ( $L_3$ , дБ) в стандартных среднегеометрических частотных полосах.

Для всех исследованных средств защиты от шума рассчитать изменение уровня звукового давления (эффективность средств шумозащиты) ( $\Delta L_n$ , дБ) по выражению:

$$\Delta L_n = L - L_n,$$

где  $L$  - уровень звукового давления, измеренный без защитного средства, дБ;

$L_n$  – уровень звукового давления, измеренный с применением  $n$ -го защитного средства, дБ.

После завершения эксперимента отключить от электросети генератор сигналов, измеритель шума и вибрации, освещение «помещений» и лабораторный стенд. При выполнении практической работы необходимо соблюдать правила электробезопасности:

-убедиться в наличии и надежности защитного зануления лабораторного стенда и приборов;

-замену исследуемых средств защиты от шума производить при отключенных от электросети лабораторном стенде и приборах;

-при выявленных нарушениях в работе лабораторного стенда и приборов сообщить об этом преподавателю.

### *Оформление результатов практической работы.*

По результатам проведенной практической работы по исследованию средств защиты от шума необходимо провести сравнение всех измеренных уровней звукового давления с санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562-96 (табл. 1) путем построения графических зависимостей в системе координат  $L$ , дБ –  $f_{ср}$ , Гц. Сделать вывод о соответствии акустического фактора в «помещении» нормативным показателям. Графические зависимости можно строить совмещенными для наглядности сравнения полученных результатов: нормативные уровни звукового давления; уровни звукового давления без средств шумозащиты; уровни звукового давления с применением средств шумозащиты.

Таблица 1. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности

(извлечения из СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

N п / п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления (L,дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука L <sub>A</sub> , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, преподавание и обучение.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность.	93	79	70	68	58	55	52	50	49	60

Совмещенные графические зависимости строятся и по результатам расчета эффективности средств защиты от шума ( $\Delta L$ , дБ) в системе координат  $\Delta L$ , дБ –  $f_{сг}$ , Гц, для каждого защитного средства. Сделать вывод об их эффективности в сравнении друг с другом и в зависимости от частоты звука.

## Контрольные вопросы

1. Назовите основные параметры звуков, которые составляют шум.
2. Какие вы знаете основополагающие документы, в соответствии с которыми осуществляется гигиеническое нормирование шума?
3. Назовите параметры шума, которые подлежат нормированию.
4. Что такое шум?
5. Какие факторы влияют на уровень шума?
6. Виды акустических колебаний.
7. В чем заключается неблагоприятное воздействие шума на организм человека?
8. Что такое шумовая болезнь?
9. Организационные способы защиты от шума.
10. Инженерные способы защиты от шума.
11. Каков принцип звукоизоляции источника шума?
12. Какие материалы могут использоваться в качестве звукоизолирующих средств?
13. Каков принцип звукопоглощения источника шума?
14. Какие материалы могут быть использованы как звукопоглощающие средства?
15. Как определяется эффективность процессов шумозащиты?
16. Назовите приборы, которые применяются для определения параметров шума.
17. Какие приспособления можно использовать в качестве индивидуальных средств защиты от шума?
18. Параметры производственного шума, которые подлежат нормированию.
19. Как определяется эффективность средств звукопоглощения?
20. Как определяется эффективность звукоизолирующего кожуха?
21. Как определяется эффективность звукоизолирующей перегородки?

22. Какие изменения возникают при действии шума на организм человека?

23. Назовите допустимые уровни шума.

24. Назовите единицы измерения шума и классификация шумов.

### Тестовые задания

1. Шум это :

- а) совокупность звуков разной мощности;
- б) совокупность звуков разной силы и продолжительности;
- в) совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты.

2. Шумовая болезнь это:

- а) развитие функциональных нарушений слухового анализатора;
- б) развитие снижения чувствительности слухового анализатора к шумам разного уровня звукового давления;
- в) развитие профессионального неврита (тугоухости) слухового нерва, сопровождающееся функциональными расстройствами во многих системах организма.

3. Каков диапазон звуковых акустических колебаний:

- а) 16 Гц.....209 кГц;
- б) 10 Гц.....205кГц;
- в) 20 Гц.....210 кГц.

4. Инфразвуковые акустические колебания имеют частоту:

- а) выше 16 Гц.....20 Гц;
- б) ниже 16 Гц .....20 Гц;
- в) 16 Гц.....20Гц.

5. Ультразвуковые акустические колебания имеют частоту:

- а) выше 20 кГц;

б) ниже 20 кГц;

в) 20 кГц.

6. Установите соответствие между способами защиты от шума и мероприятиями, относящимися к данному способу:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| А- организационные способы;        | 1. Звукоизоляция источника шума.                          |
| Б – инженерные способы;            | 2. Применение рациональной планировки.                    |
| В- индивидуальные средства защиты. | 3. Проведение медицинских осмотров.                       |
|                                    | 4. Применение звукоизолирующих кожухов.                   |
|                                    | 5. Применение звукопоглощающих материалов.                |
|                                    | 6. Применение индивидуальных шумозащитных приспособлений. |

7. Какие материалы могут использоваться в качестве звукопоглощающих;

- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| а) металл;             | д) дерево;                |
| б) бетон;              | е) стекловолокно;         |
| в) пористые материалы; | ж) вспененный полиуретан. |
| г) гипсокартон;        |                           |

8. Какие материалы могут использоваться в качестве звукоизолирующих:

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| а) стекловолокно;      | д) металлопрокат; |
| б) минеральная вата;   | е) дерево;        |
| в) бетон;              | ж) картон.        |
| г) пористые материалы; |                   |

9. Какие функциональные нарушения характерны для работающих на ультразвуковых установках:

- а) артериальная гипертензия;
- б) неврологические изменения в кистях рук;
- в) изменения в костной ткани;
- г) высокий уровень утомления;
- д) поллиноз;
- е) пневмония.

10. Какие факторы влияют на уровень шума;

- а) тип дорожного покрытия и проезжей части;
- б) зеленые насаждения;
- в) высота и плотность застройки ;
- г) профиль улиц.

**Практическое занятие. Влияние вибрации на жизнедеятельность человека. Способы защиты от вибрации.**

**Цель занятия:** изучить основные параметры вибрации и принципы гигиенического нормирования параметров вибрации, их санитарно-гигиеническую оценку; изучить приборы, измеряющие параметры вибрации и методику работы с ними; рассмотреть эффективность методов снижения вибрации.

**Первый вопрос для обсуждения.** Вибрация как физический процесс. Классификация вибрации в зависимости от способа передачи, от источника возникновения и направления действия. Основные параметры вибрации.

Наряду с шумом, вибрация как один из факторов окружающей среды, приводит к ее физическому загрязнению, способствуя ухудшению условий

жизнедеятельности. Механизм воздействия вибрации заключается в ее способности, при воздействии на живой организм, преобразовываться в энергию биохимических и биоэлектрических процессов, вызывая ответную реакцию организма.

*Вибрация* – представляет собой физический процесс, в виде возвратно-поступательных движений твердого тела, которые передаются человеку через кожный покров, мягкую ткань и костную систему.

*Источники вибрации:* подземный и наземный транспорт, промышленные предприятия, строительные работы, дорожные работы, лифты, перфораторы, электромоторы, и.т.д.

Вибрация подразделяется в зависимости:

1) от способа передачи человеку: на *общую*, передается человеку через опорные поверхности; *локальную*, передается человеку через его руки;

2) от источника возникновения: *локальную*, передается человеку от ручного (с двигателем) механизированного инструмента, органов управления оборудованием; *локальную*, передается человеку от ручного (без двигателя) механизированного инструмента; *общую вибрацию 1 категории* – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах транспортных средств при движении по местности и дорогам; *общую вибрацию 2 категории* – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промплощадок, горных выработок; *общую вибрацию 3 категории* – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Общая вибрация категории 3 по месту действия подразделяется на типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений;

б) на рабочих местах складов, столовых, бытовых, дежурных и др. производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах помещений заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов.

По направлению действия вибрация подразделяется в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат на:

-*локальную*, действующую вдоль ортогональной системы координат  $X_{л}$ ,  $Y_{л}$ ,  $Z_{л}$ , (рис. 1), где ось  $X_{л}$  параллельна оси места охвата источника вибрации; ось  $Y_{л}$  перпендикулярна ладони, а ось  $Z_{л}$  лежит в плоскости, образованной осью  $X_{л}$  и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается);

-*общую*, действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_{о}$ ,  $Y_{о}$ ,  $Z_{о}$ , где  $X_{о}$  (от спины к груди) и  $Y_{о}$  (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям,  $Z_{о}$  – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.

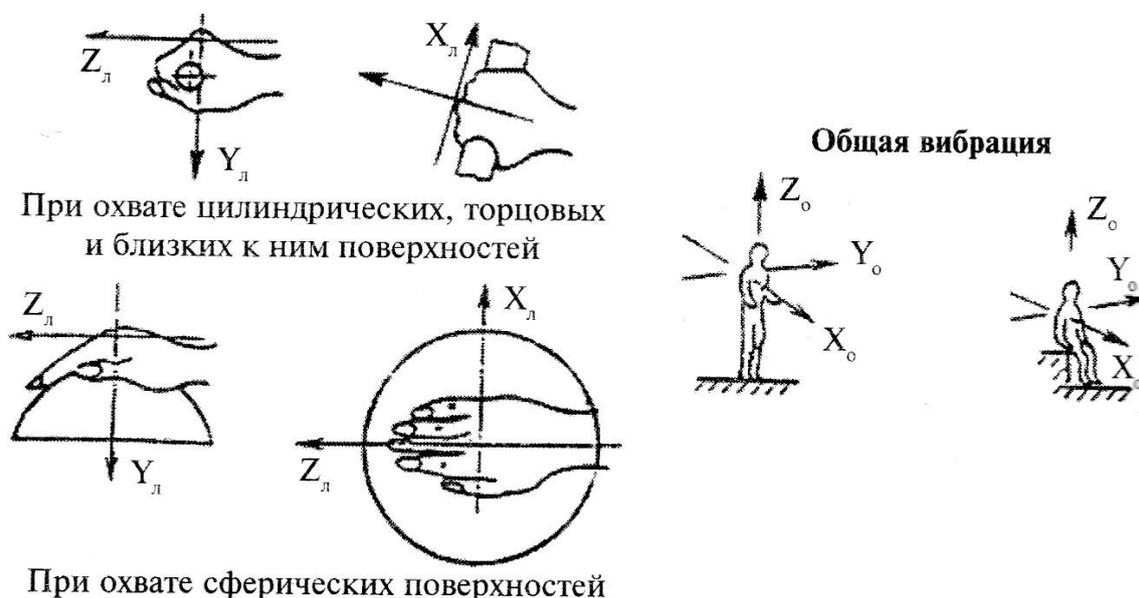


Рис. 1. Направление координатных осей при действии вибрации.

*Основные параметры вибрации:*

-амплитуда ( $A$ , м);

-частота ( $f$ , Гц);

-скорость колебаний (виброскорость) ( $v$ , м/с);

-ускорение (виброускорение) ( $a$ , м/с<sup>2</sup>);

-действующие значения виброскорости и виброускорения;

**Второй вопрос для обсуждения.** Воздействие вибрации на организм человека в производственной деятельности и в условиях жилой среды.

Вибрация, как один из факторов окружающей среды, обладает высокой биологической активностью. В основе ответных реакций организма, представляющего собой сложную колебательную систему, находятся биомеханические свойства и сила энергетического воздействия. Развитие вибрационных патологий обусловлено мощностью колебательного процесса в зоне контакта и временем контакта. Структура вибрационных патологий зависит от длительности воздействия, от частоты и амплитуды колебаний, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей. При воздействии вибрации на организм человека возникает резонансный эффект, который наступает при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Установлено, что область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях находится в зоне между 20...30 Гц, при горизонтальных – 1,5...2 Гц. Нарушение зрительных восприятий наблюдается в диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Резонансными являются частоты 3...3,5 Гц для органов грудной клетки и брюшной полости. В частотном диапазоне 4...6 Гц наступает резонанс в положении сидя для всего тела.

**Общая вибрация** оказывает влияние на:

- нервную систему и анализаторы: изменения *зрительного* анализатора характеризуются снижением остроты зрения, потемнением в глазах, выпадением отдельных участков полей зрения; изменения *вестибулярного* анализатора проявляются головокружениями, расстройствами координации движений, симптомами укачивания; изменения *тактильного* анализатора проявляются снижением тактильной чувствительности; изменения нервной системы проявляются раздражительностью, утомляемостью, бессоницей;
- обменные процессы: наблюдаются изменения углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови;
- опорно-двигательный аппарат: изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, боли в пояснице и конечностях;
- пищеварительную систему: боли в области желудка, отсутствие аппетита;

Общая вибрация характеризуется проявлением вегетативных расстройств, выражающихся снижением сосудистого тонуса и чувствительности преимущественно в конечностях.

**Локальная вибрация** ( возникает при работе с ручным механизированным инструментом) оказывает влияние на:

-нервно- мышечный аппарат: спазмы сосудов кисти, предплечий способствуют нарушению кровоснабжения конечностей; воздействие вибрации негативно отражается на иннервации мышечной и костной ткани, вызывая снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, тем самым уменьшая подвижность суставов;

-вибрационную, болевую и температурную чувствительность.

Длительное воздействие вибрации на организм человека, как правило в условиях производства, способствует возникновению вибрационной болезни.

*Факторы, усугубляющие вредное воздействие вибрации:*

-чрезмерные мышечные нагрузки;

-неблагоприятные условия микроклимата (особенно повышенная влажность и низкая температура);

-сильное шумовое воздействие;

-психоэмоциональное напряжение.

**Влияние вибрации на организм человека в условиях жилой среды.**

Проведенные исследования показали негативное влияние вибрации в условиях жилой среды, степень воздействия которой увеличивалась при наличии заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем.

*Изменение физиологических функций организма:*

-функциональные нарушения центральной нервной системы: повышенная раздражительность, нарушение сна, эмоционально-волевая неустойчивость, увеличение числа нервных заболеваний;

-обострение и увеличение числа сердечно-сосудистых заболеваний;

-увеличение числа жалоб общесоматического характера.

*Причины возникновения вибрации в условиях жилой среды:*

- эксплуатация лифта;
- строительные работы, проводимые около дома;
- дорожные работы;
- промышленные предприятия;
- метрополитены (интенсивные вибрации возникают в радиусе до 40-70 м по обе стороны от тоннеля).

**Третий вопрос для обсуждения.** Гигиеническое нормирование вибраций.

Основополагающие документы в которых отражено гигиеническое нормирование вибрации:

- ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

*Предельно допустимые значения нормируемых параметров вибрации принимаются в качестве гигиенического критерия безопасного воздействия для производственной среды. Допустимые значения нормируемых параметров вибрации выступают в качестве гигиенического критерия безопасного воздействия для помещений жилых и общественных зданий.*

**Параметры производственной вибрации, которые подлежат нормированию:**

*при частотном (спектральном) анализе:* средние квадратические значения виброскорости; средние квадратические значения виброускорения; уровень виброскорости; уровень виброускорения;

*при интегральной оценке по частоте:* скорректированные по частоте значения виброскорости и виброускорения ( $L_U$ ), измеряемые с помощью корректирующих фильтров виброизмерительной аппаратуры.

В таблице 1. представлены гигиенические нормы вибрации для рабочего дня длительностью 8 часов.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Таблица.1. Влияние вибрации на организм человека.

**Четвертый вопрос для обсуждения.** Способы снижения вибрации.

*Основные способы снижения вибрации:*

*Вибродемпфирование* – процесс уменьшения уровня вибрации защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний системы в тепловую энергию.

С увеличением внутреннего трения конструкционных материалов виброактивного оборудования, так и материалов, облицовывающих его поверхности растет эффект вибродемпфирования. Используются такие материалы: дерево, резина, пластмассы и др.

*Виброизоляция* – уменьшение передачи колебаний от источника возбуждения вибрации защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними.

Введение в колебательную систему дополнительной упругой связи препятствует передаче вибрации от источника возбуждения вибрации ее защищаемому объекту, таким образом обеспечивается виброизоляция. Широкое применение находят пружинные, резиновые и пневматические устройства в качестве дополнительной упругой связи. Эти устройства

называются *виброизоляторами*. Чаще всего, виброизоляторы размещаются между источником вибрации (например, компрессором ) и массивным основанием, на котором установлен источник.

В целях защиты от воздействия вибрации применяется дистанционное управление, виброзащитные рукоятки для ручного инструмента, специальная обувь и перчатки. На рисунке 2 представлена установка агрегатов на виброгасящем оборудовании.

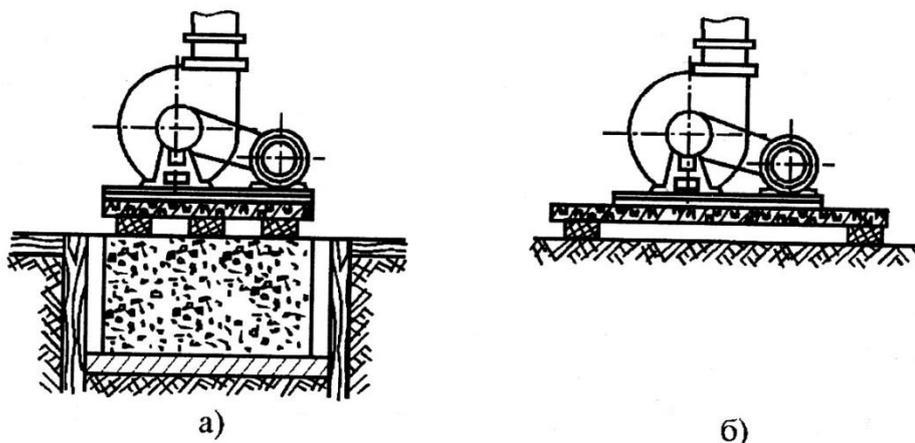


Рис.2. Установка агрегатов на виброгасящем оборудовании:

а – на фундаменте в грунте; б- на перекрытии.

В целях снижения воздействия вибрации на человека проводятся *гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия*:

-регламентируется время контакта с вибрирующими машинами, оно не должно превышать  $2/3$  длительности рабочего дня;

-распределение производственных операций между работниками должно осуществляться таким образом, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации не превышала 15-20 минут;

-обязательны два перерыва, которые предназначены для активного отдыха, проведения производственной гимнастики;

-микроклимат должен соответствовать определенным гигиеническим требованиям: температура воздуха не менее 16 °С, влажность воздуха 40-60% , скорость движения воздуха не более 0,3 м/с;

-обязательно проводить комплексы производственной гимнастики, для повышения иммунологической реактивности организма;

-рацион питания должен включать в себя витаминпрофилактику ( 2 раза в год комплекс витаминов В, С);

-проведение гидропроцедур, включающие в себя самомассаж верхних конечностей и ванночки при температуре воды 38 ° С.

*Необходимые требования к работающим с вибрирующим оборудованием:*

- возраст не моложе 18 лет;

-наличие соответствующей квалификации;

-сдача технического минимума по правилам безопасности;

**Пятый вопрос для обсуждения.** Приборы и порядок измерения параметров вибрации.

Лабораторный стенд показан на рисунке 3.

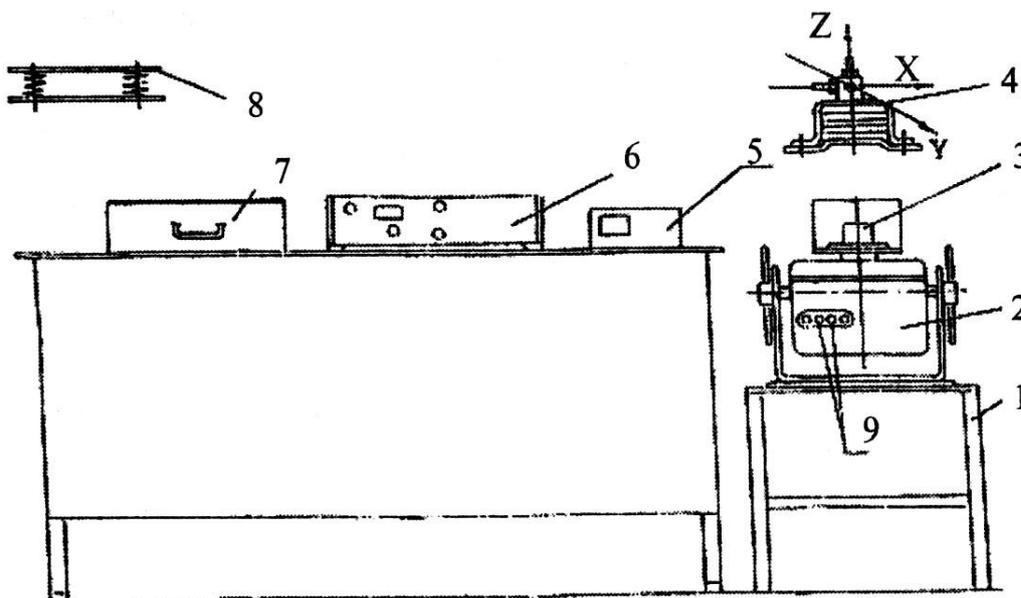


Рис. 3. Стенд лабораторный:

1-подставка; 2 – источник вибрации (электромагнитная система возбуждения вибрации); 3- вибростол; 4 – объект виброзащиты; 5- измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2; 6- генератор низкочастотных сигналов; 7 – ящик с набором виброзащитных модулей; 8- сменный виброзащитный модуль; 9- токоподвод.

Виброколебания с заданными частотой и амплитудой генерируются при помощи генератора низкочастотных сигналов 5, и электромагнитной системы возбуждения вибрации 2. Для определения параметров вибрации применяется «Измеритель шума и вибрации» ВШВ- 003-М2.

При измерении *виброускорения* переключатели «Измерителя шума и вибрации» установить в положение:

РОД РАБОТЫ –F;

ДЛТ1, dВ – 80;

ДЛТ2, dВ – 50;

ФЛТ, Hz – ОКТ ( 1/3 ОКТ);

Все кнопки отжаты.

При этом должен светиться индикатор 130 дБ.

В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель ФЛТ Hz установить в положение 1 или 10, а кнопка «10kHz/4 kHz » нажата:

- при измерении общей вибрации – переключатель ФЛТ Hz в положении 1, кнопка «10kHz/4 kHz» нажата;

- при измерении локальной вибрации - переключатель ФЛТ Hz в положении 10, кнопка «10 kHz/4kHz» отжата.

Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положении F, S или 10S; если при измерениях низкочастотных составляющих возникают флуктуации (колебания) стрелки измерителя, то переключатель РОД РАБОТЫ следует перевести из положения F в положение S. Произвести измерени, при необходимости изменяя положение переключателей ДЛТ1, dВ и ДЛТ2, dВ.

Если при измерении указатель стрелочного прибора измерителя находится в начале шкалы, то ее следует вывести правее цифры 4 (верхняя шкала) или цифры 10(средняя шкала) переключателем ДЛТ1, dВ. Если периодически загорается индикатор «ПРГ», то переключатель ДЛТ1, dВ следует переключить на более высокий

уровень (влево), пока не погаснет индикатор, а затем использовать аналогично переключатель ДЛТ2, dВ.

Произвести отсчет показаний прибора (сумма показаний по шкале стрелочного прибора и переключателей ДЛТ1, dВ и ДЛТ2, dВ). При работе с вибропреобразователем ДН-4 показания прибора необходимо умножить на 10.

При измерении *виброскорости* необходимо нажать кнопку «a/V» и повторить последовательность операций при измерении виброускорения.

При измерении *виброускорения* (виброскорости) в октавных (третьоктавных) стандартных полосах частот переключатель ФЛТ, Hz устанавливается в положение ОКТ (1/3ОКТ), а переключателем ФЛТ, ОКТ( 1/3 ОКТ) – необходимый октавный (третьоктавный) фильтр (кнопка «кHz/Hz» при низких частотах нажата, а начиная с 1000 Гц – отжата). Последовательность измерений та же.

Определение результатов измерения в логарифмических уровнях виброскорости и виброускорения ( $L_v$ ,  $L_a$ , дБ) производится суммированием показания, соответствующего светящемуся индикатору в дБ, и показания стрелочного прибора в дБ. Затем к результатам измерения прибавить следующие значения:

- при измерении уровня виброскорости - 46дБ;
- при измерении уровня виброускорения – 60 дБ.

### *Проведение измерений*

1. Закрепить объект виброзащиты на вибростоле 3, а вибродатчик ДН-4 – на объекте виброзащиты вертикально в направлении оси Z.
2. Подключить к сети генератор сигналов, а его выходные гнезда соединить с токоподводом 9 источника вибрации 2.
3. После включения генератора установить с помощью множителя диапазонов значение «1», а рукояткой плавного регулирования частоты установить значение частоты возбуждения 2 Гц. Значение амплитуды вибрации, устанавливаемой на генераторе, задается преподавателем.
4. Произвести измерения уровней виброускорения и виброскорости объекта виброзащиты без средств виброзащиты ( $L_{a1}$ ,  $L_{v1}$ , дБ) в направлении оси Z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне заданных частот, изменяя частоту вибрации с помощью

множителя и рукоятки плавного регулирования частоты генератора сигналов. Результаты измерений записать в тетрадь.

5. Аналогичные измерения произвести, устанавливая датчик ДН-4 в направлении осей X и Y, а результаты измерений записать в тетрадь.
6. Выключить генератор. Снять объект виброзащиты 4 с вибростола 3, присоединить к нему один из виброзащитных модулей 8 и в сборе установить на вибростол 3.
7. Закрепить вибродатчик ДН -4 на объекте виброзащиты 4 вертикально в направлении оси Z.
8. Включить генератор и провести измерения уровней виброускорения и виброскорости объекта защиты ( $L_{a2}$ ,  $L_{v2}$ , дБ) для общей или локальной вибрации во всем диапазоне заданных частот, при этом частота на генераторе ФГ-100 изменяется с помощью множителя и рукоятки плавного регулирования. Результаты измерения занести в тетрадь.
9. Аналогичные измерения для локальной и общей вибрации произвести, устанавливая вибродатчик ДН-4 в направлении осей X и Y и с заданным преподавателем количеством виброзащитных модулей, результаты измерения записать в тетрадь. После выполнения лабораторной работы отключить от электросети генератор и измеритель.
10. При выполнении работы потенциальную опасность представляет переменный электрический ток, питающий стенд, генератор ФГ – 100 и измеритель шума и вибрации. Для обеспечения электробезопасности необходимо:
  - обязательно проверить надежность присоединения всех проводящих нетоковедущих частей стенда и приборов к системе защитного зануления лаборатории;
  - замену виброщиты и перестановку датчика ДН -4 производить, предварительно отключив от электросети стенд и приборы;
  - при обнаружении отклонений в нормальной работе стенда и приборов отключить электропитание и сообщить об этом преподавателю.

## Оформление результатов практической работы

На основании полученных результатов, провести сравнение всех измеренных величин с соответствующими значениями санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8. 566-96 (табл.2-4) и сделать вывод о соответствии вибрационного фактора на условном рабочем месте нормативным требованиям.

Таблица 2. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Локальная вибрация.

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Нормативные значения по осям $X_n, Y_n, Z_n$			
	виброускорения		виброскорости	
	м с <sup>2</sup>	дБ	м с 10 <sup>2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85,0	159	1,4	109

Таблица 3. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «а»

Среднегеометрические частоты полос; Гц	Нормативные значения в направлениях $X_0, Y_0$							
	виброускорения				виброскорости			
	м с <sup>2</sup>		дБ		м с 10 <sup>2</sup>		дБ	
	в 1/3окт	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.	в 1/3окт	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.
1,6	0,09	0,14	99	103	0,9	1,3	105	108
2,0	0,08		98		0,64		102	
2,5	0,071		97		0,46		99	
25	0,18		105		0,12		87	92
31,5	0,22	0,40	107	112	0,12	0,20	87	
40,0	0,285		109		0,12		87	
50,0	0,355		111		0,12		87	
63,0	0,445	0,80	113	118	0,12	0,20	87	92

80,0	0,56		115		0,12		87	
3,15	0,063		96		0,32		96	
4,0	0,056	0,1	95	100	0,23	0,45	93	99
5,0	0,056		95		0,18		91	
6,3	0,056		95		0,14		89	
8,0	0,056	0,11	95	101	0,12	0,22	87	93
10,0	0,071		97		0,12		87	
12,5	0,09	0,20	99	106	0,12	0,20	87	92
16,0	0,112		101		0,12		87	
20,0	0,140		103		0,12		87	

Таблица 4. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «в»

Средне-геометрические частоты полос; Гц	Нормативные значения в направлениях $X_0, Y_0$							
	виброускорения				виброскорости			
	м с <sup>2</sup>		дБ		м с 10 <sup>2</sup>		дБ	
	в 1/3окт	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.	в 1/3окт	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.
1,6	0,015		82		0,13		88	
2,0	0,012	0,02	81	86	0,09	0,18	85	91
2,5	0,01		80		0,063		82	
3,15	0,009		79		0,045		79	
4,0	0,008	0,014	78	83	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008		78		0,025		7482	
6,3	0,008		78		0,02		72	
8,0	0,008	0,014	78	83	0,016	0,032	70	75
10,0	0,01		80		0,016		70	
12,5	0,015		82		0,016	0,028	70	
16,0	0,016	0,028	84	89	0,016		70	75
20,0	0,02		86		0,016		70	
25	0,025		88		0,016		70	
31,5	0,032	0,056	90	95	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04		92		0,016		70	
50,0	0,05		94		0,016		70	75
63,0	0,063	0,112	96	101	0,016	0,028	70	
80,0	0,08		98		0,016		70	

Рассчитать эффективность ( $\Delta L_a$  или  $\Delta L_v$ , дБ) исследованных средств виброзащиты в каждой октавной полосе частот по формулам:

$$\Delta L_a = L_{a1} - L_{a2} ; \quad \Delta L_v = L_{v1} - L_{v2} ;$$

где  $L_{a1}$  и  $L_{v1}$  – уровень виброускорения и виброскорости соответственно до применения виброзащиты, дБ;

$L_{a2}$  и  $L_{v2}$  – уровень виброускорения и виброскорости соответственно после применения виброзащиты, дБ.

Вывод должен содержать анализ полученных результатов.

### **Контрольные вопросы**

1. Вибрация как физический процесс.
2. Классификация вибрации в зависимости от способа передачи.
3. Классификация вибрации в зависимости от источника возникновения, направления действия.
4. Какими основными параметрами характеризуется вибрация?
5. Какое влияние оказывает общая вибрация на организм человека в условиях производственной деятельности?
6. Какое влияние оказывает локальная вибрация на организм человека в условиях производственной деятельности?
7. Назовите факторы, усугубляющие воздействие вибрации.
8. Каковы основные причины возникновения вибрации в условиях жилой среды?
9. В каких нормативных документах осуществляется гигиеническое нормирование вибрации?
10. Назовите основные способы снижения вибрации.
11. Лечебные и профилактические мероприятия, направленные на снижение воздействий вибрации.
12. Как рассчитать уровень виброскорости?
13. Как рассчитать виброскорость?
14. Как рассчитать уровень виброускорения?
15. Как рассчитать виброускорение?

16. В каких нормативных документах отражены предельно допустимые уровни вибростороности и виброускорения?
17. Что такое вибродемпфирование?
18. Виброизоляция. Каким образом обеспечивается защита от вибрации этим методом?
19. Нормируемые параметры производственной вибрации.
20. Влияние вибрации на организм человека в условиях жилой среды.
21. Какие группы людей в большей степени негативно реагируют на воздействие вибрации в условиях жилой среды?

### Тестовые задания

1. Вибрация это :

- а) физический процесс, при котором механические колебания твердого тела передаются человеку;
- б) физический процесс, при котором возвратно-поступательные движения твердого тела передаются человеку;
- в) физический процесс, в виде возвратно-поступательных движений твердого тела, который передается человеку через кожные покровы, мягкую ткань и костную систему.

2. Какие факторы усугубляют вредное воздействие вибрации:

- а) яркое освещение;
- б) сильное шумовое воздействие;
- в) высокая температура воздуха;
- г) высокая влажность и низкая температура;
- д) мышечное перенапряжение;
- е) психоэмоциональное напряжение.

3. Вибродемпфирование это:

- а) процесс уменьшения передачи колебаний от источника вибрации к объекту при помощи устройств, помещаемых между ними;

б) процесс уменьшения уровня вибрации защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний системы в тепловую энергию;

в) процесс уменьшения передачи колебаний от источника вибрации с помощью специальных материалов.

4. В каком диапазоне находится область резонанса для органа зрения;

а) 60.....90 Гц;

б) 50.....80 Гц;

в) 40.....70 Гц.

5. Какие материалы могут быть использованы в качестве виброизоляторов?

а) пружинные устройства;

б) бетонные устройства;

в) резиновые устройства;

г) пневматические устройства;

д) деревянные устройства.

6. Каким гигиеническим требованиям должен соответствовать микроклимат, с целью снижения негативного воздействия вибрации:

а) температура воздуха 12°C, влажность воздуха 75%, скорость движения воздуха 0,4 м/ с;

б) температура воздуха 18°C, влажность воздуха 60%, скорость движения воздуха 0,2 м/ с;

в) ) температура воздуха 25°C, влажность воздуха 85%, скорость движения воздуха 0,4 м/ с;

7. Каковы причины возникновения вибрации в условиях жилой среды:

а) высота и плотность застройки;

- б) тип дорожного покрытия и проезжей части;
- в) дорожные работы;
- г) промышленные предприятия;
- д) строительные работы.

8. Какие заболевания характерны для работающих с ручным механизированным инструментом:

- а) артериальная гипертензия;
- б) снижение кожной чувствительности;
- в) отит;
- г) отложение солей в суставах пальцев;
- д) ревматизм.

9. Каковы последствия воздействия вибрации на организм человека:

- а) в результате в организме образуются высокочастотные токи;
- б) в результате в организме возникает резонансный эффект;
- в) в результате в организме возникает тепловое облучение и образование биологически активных веществ.

10. Какие требования предъявляются к работающим с виброоборудованием:

- а) возраст не моложе 16 лет;
- б) квалификация;
- в) возраст не моложе 18 лет;
- г) соблюдение правил безопасности.

**Практическое занятие.** Влияние на организм человека электромагнитных полей и неионизирующих излучений.

**Цель занятия:** изучить влияние на организм человека электромагнитных полей, источники электромагнитного загрязнения окружающей среды.

**Первый вопрос для обсуждения.** Электромагнитное загрязнение окружающей среды. Основные понятия и определения.

Электромагнитные поля создаются как естественными, так и техногенными источниками электромагнитного излучения. Интенсивное развитие радиосвязи, телевизионных систем, широкое распространение электронных приборов, использование электромагнитной энергии в определенных технологических процессах приводит к возникновению проблемы взаимодействия человека с ЭМП, которая в настоящее время становится наиболее актуальной. В литературных источниках отмечается, что электромагнитное загрязнение можно отнести к ЧС экологического характера, особенностью которой является возможные отдаленные негативные последствия.

*Электромагнитное загрязнение среды* - можно охарактеризовать как состояние электромагнитной обстановки с наличием в атмосфере электромагнитных полей повышенной интенсивности, которые создаются техногенными и природными источниками излучения неионизирующей части электромагнитного спектра (рис.1).



Рис. 1. Электромагнитный спектр.

*Электромагнитное излучение (ЭМИ)* – процесс образования электромагнитного поля.

*Электромагнитное поле (ЭМП)* – особая форма материи, состоящая из взаимосвязанных электрического и магнитного полей. Обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн.

*Электрическое поле (ЭП)* – система из замкнутых силовых линий, которая образована заряженными электрическими телами различных знаков.

Постоянное электрическое поле образовано неподвижными электрическими зарядами. Электрическое поле обусловлено напряжением на токоведущих частях электроустановок.

*Критерием интенсивности электрического поля является его напряженность (E), единицей измерения которого является вольт на метр (В/м).*

*Магнитное поле (МП)– система из замкнутых силовых линий, создаваемая при движении электрических зарядов по проводнику. Возникает при прохождении тока по токоведущим частям электроустановок.*

*Критерием интенсивности магнитного поля является его напряженность (H), единицей измерения которого является ампер на метр (А/м).*

Для оценки интенсивности магнитных полей, которые создаются источниками ЭМИ сверхнизких и крайне низких частот (3-300 Гц), применяется такой критерий как магнитная индукция (B) с единицей измерения Тесла (Тл).  $1 \text{ мк Тл} = 1,25 \text{ А/м}$ .

Механизм образования электромагнитного поля связан с изменением во времени электрического поля, которое порождает магнитное поле. Напряженности полей E и H, расположенные перпендикулярно друг другу, непрерывно изменяются и возбуждают друг друга.

*Основные параметры электромагнитных излучений:*

- частота электромагнитного колебания, которая измеряется в герцах (Гц);
- длина волны, измеряемая в метрах (м);
- скорость распространения;
- вид генерации: постоянная и периодическая.

В таблице 1 отражены диапазоны, на которые делится электромагнитное излучение в зависимости от частоты колебаний (длины волн).

Название диапазона	Длина волны	Диапазон частот	Частота	По международному регламенту	
				Название Диапазона частот	Номер
Длинные волны (ДВ)	101 км	Высокие Частоты (ВЧ)	От 3 до 300 кГц	Низкие (НЧ)	5
Средние волны (СВ)	1 км-100 м	То же	От 0,3 до 3 МГц	Средние (СЧ)	6
Короткие волны	1 м	То же	От 0,3 до 30 МГц	Высокие (ВЧ)	7
Ультракороткие волны (УКВ)	10 м	Высокие Частоты (УВЧ)	От 30 до 300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)	8
Микроволны: Дециметровые (дм); Сантиметровые (см); Миллиметровые (мм);	1 м-10 см	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	От 0,3 до 3 ГГц	Ультравысокие (УВЧ)	9
	10 см-1 м		От 3 до 30 ГГц	Сверхвысокие (СВЧ)	10
	1 см-1 мм		От 30 до 300 ГГц	Крайневысокие	

Таблица 1. Диапазон длин волн электромагнитных излучений.

Принято условное деление ЭМП вокруг источника излучения на три зоны : *зону индукции* (находится вблизи антенных устройств), в которой происходит формирование электромагнитной волны, в этой зоне, для характеристики ЭМП, измерение напряженности электрического и магнитного полей производится отдельно; *промежуточную* – зону интерференции и *волновую зону* (находится вблизи антенных устройств), это зона сформировавшейся электромагнитной волны, в которой устанавливается связь между напряженностями электрического и магнитного полей ( E и H):  $E=377H$ , где 377 –волновое сопротивление вакуума. Для характеристики ЭМП в основном измеряется только напряженность электрического поля.

Для определения характера воздействия ЭМП на организм человека применяется показатель *удельная поглощенная мощность* (УПМ).

*Удельная поглощенная мощность* – показывает количество энергии ЭМП, поглощенной единицей массы объекта (организмом человека), измеряемой в Вт/кг или мВт/кг (ватт на килограмм, милливатт на килограмм).

Выделяют *среднюю (общую удельную поглощенную мощность)* – представляет поглощенную энергию объектом, отнесенную к массе объекта; и *локальную (точечную удельную поглощенную мощность)* – характеризующую отношение поглощенной энергии малым элементом объекта к его массе.

**Второй вопрос для обсуждения.** Источники электромагнитного поля.

По характеру происхождения источники электромагнитного поля делятся на *природные и техногенные*.

*Природные источники* электромагнитного поля.

-*Электрическое поле Земли*, создается избыточным отрицательным зарядом на поверхности, напряженность которого находится в пределах от 100 до 500 В/м. Увеличению напряженности электрического поля Земли до десятков-сотен кВ/м могут способствовать грозовые облака.

-*Магнитное (геомагнитное) поле Земли* состоит из основного (постоянного) поля, что составляет 99% и переменного – около 1%. Магнитное поле Земли ориентировано относительно магнитных полюсов планеты и связано с процессами, происходящими в жидком металлическом ядре Земли. Напряженность постоянного магнитного поля в средних широтах равна 40 А/м. Временное геомагнитное поле более неустойчиво, в процессе его образования участвуют токи, находящиеся в магнитосфере и ионосфере и геомагнитное поле может колебаться в диапазоне частот от  $10^{-5}$  до  $10^2$  Гц. Большое влияние на переменную составляющую геомагнитного поля оказывают «магнитные бури».

-*Радиоволны, генерируемые космическими источниками (Солнце, Галактика и т. д.)* характеризуются наличием широкого диапазона частот. Космические источники электромагнитного поля характеризуются низким уровнем излучений и следовательно их суммарный эффект воздействия на биообъекты незначителен.

Изучая данный вопрос, классификацию источников ЭМП лучше рассматривать системно, с помощью схемы на рисунке 2.

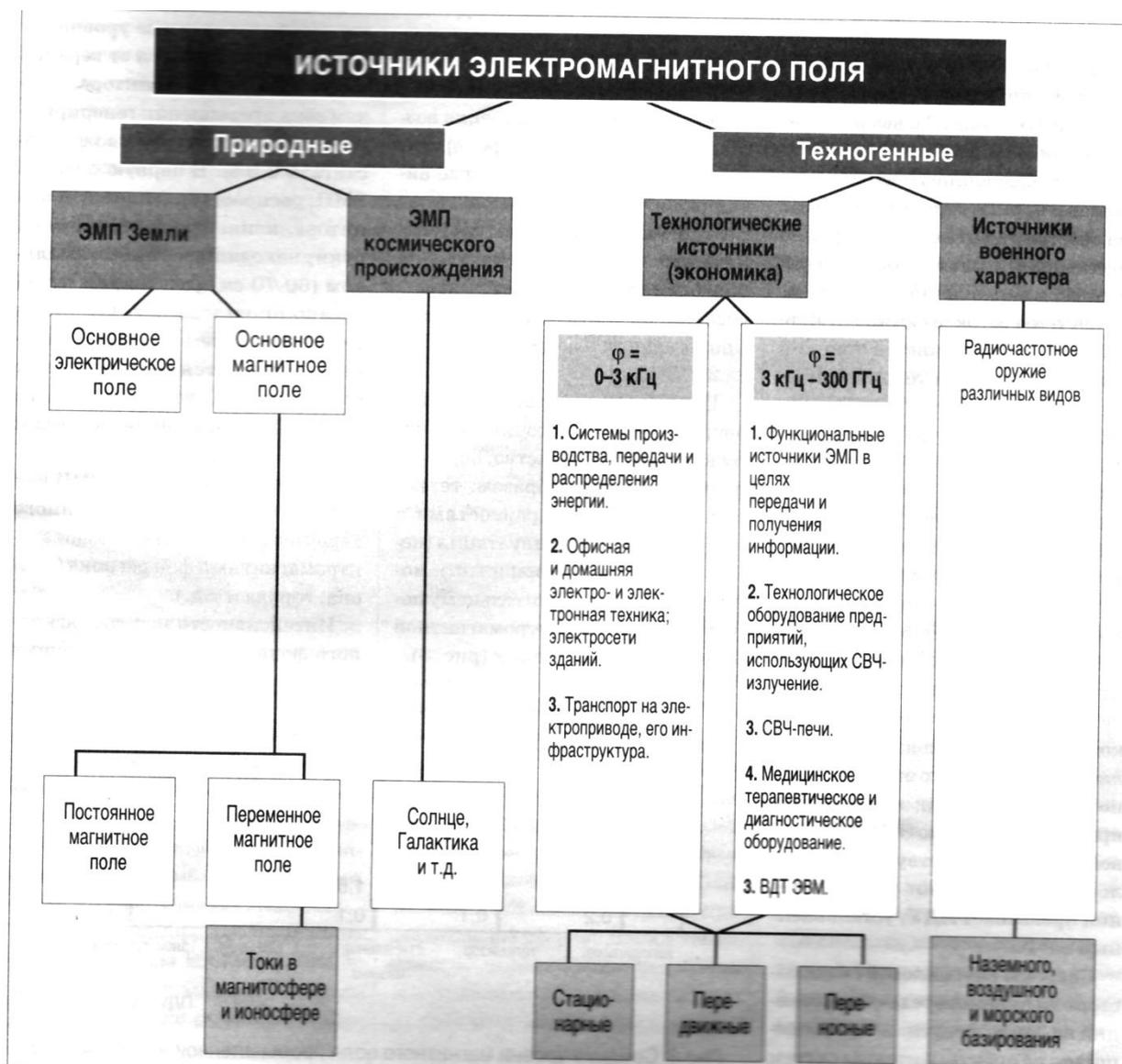


Рис.2. Классификация источников электромагнитного поля.

### *Техногенные источники электромагнитного поля.*

Техногенные источники в силу своего предназначения можно разделить на источники *технологического характера*, которые используются в различных направлениях экономики и негативное воздействие ЭМП на население возникает как побочный эффект этой деятельности. Источники *военного характера* генерируют ЭМП с целью отрицательного воздействия на объекты инфраструктуры и население.

В зависимости от частоты излучения технологические источники подразделяются на группы.

*К первой* группе относятся источники, с диапазоном излучения от 0 Гц до 3 кГц: электростанции, трансформаторные подстанции, системы и линии электропередачи, домашняя и офисная электротехника, электросети жилых и административных зданий, транспортные средства на электроприводе.

*Вторую группу* образуют источники, с диапазоном излучения от 3 кГц до 300 ГГц : системы сотовой и спутниковой связи, теле- и радиопередающие Центры, навигационные системы, СВЧ-печи, медицинские терапевтические и диагностические установки.

К источникам ЭМП *военного характера* относятся: радиочастотное электромагнитное оружие различных видов, лазерное оружие и др.

#### *Технологические источники ЭПМ:*

*-Высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП).* Провода ЛЭП (промышленная частота 50Гц) являются источниками излучения электромагнитной энергии. Напряженность ЭМП определяется следующими факторами: величиной напряжения ЛЭП ( в России от 330 до 1150 кВ), высотой подвески проводов, расстоянием между ними.

*-Бытовая и офисная электро- и электронная техника, электросети жилых и административных зданий.* К этой группе относятся: утюги, холодильники, электрические стиральные машины, дрели, пылесосы, ксероксы и электропроводка помещений. Такие источники могут создавать ЭМП значительно превышающие ПДУ электромагнитной безопасности. Напряженность ЭМП зависит от технологии изготовления, конструктивных особенностей, режима эксплуатации.

*-Электротранспорт.* Мощным источником магнитного поля в диапазоне частот от 0 до 1000Гц является электротранспорт.

*-Системы сотовой связи.* Для обеспечения работы системы сотовой связи определенная территория делится на зоны радиусом 0,5- 2 км, в центре которых размещаются базовые станции, которые обслуживают мобильные средства связи – телефоны, установленные на автомобилях, радиотелефоны, сотовые телефоны. Антенны базовых станций могут создавать опасные уровни напряженности в радиусе 50 м.

-СВЧ – печи. Могут привести к значительному повышению ПДУ электромагнитной безопасности при наличии технологических неисправностей и нарушениях правил эксплуатации.

-Компьютеры. Основными источниками ЭМП являются: экран монитора, питающие провода и системный блок (50 Гц). Наиболее сильные уровни излучения наблюдаются от верхней и боковых стенок монитора (20Гц -400 Гц). Вокруг видеомонитора компьютера образуется электромагнитное поле как низкой, так и высокой частоты, что способствует появлению электростатического поля и деионизации воздуха вокруг монитора. Видеомонитор компьютера, создавая вокруг себя электромагнитное поле, оказывает влияние на развитие клеток тканей организма, увеличивает вероятность возникновения катаракты.

В таблице 2 показан достаточно широкий спектр электромагнитных колебаний, которые генерируют линии электропередачи, радио- и телепередающие центры, радиолокационные системы.

Диапазон частот	Частота колебаний
Низкие частоты (НЧ)	0,003Гц- 30 кГц
Высокие частоты (ВЧ)	30 Гц-30 МГц
Ультравысокие частоты (УВЧ)	30 МГц -300МГц
Сверхвысокие частоты (СВЧ)	300МГц -300 ГГц

Таблица 2. Спектр электромагнитных колебаний ЛЭП, радио- и телепередающих устройств.

**Третий вопрос для обсуждения.** Воздействие электромагнитного поля на человека.

Электромагнитные излучения естественного геомагнитного поля и многочисленных техногенных источников оказывают влияние на организм человека. Реакция организма зависит от дозы облучения, т.е. поглощенной за определенное время энергии электромагнитного поля. В результате взаимодействия электромагнитного поля с биологической средой происходит преобразование энергии поля в тепло, что обусловлено

возникновением в тканях высокочастотных токов. Тепловой эффект способствует либо повышению температуры тела, либо проявляется в избирательном нагреве отдельных частей. Показано, что органы и ткани, имеющие недостаточное количество кровеносных сосудов (мозг, хрусталик глаза, кишечник, семенники и др.) более чувствительны к такому нагреву. Приводится такой пример: при облучении глазной жидкости в течение одного часа микроволновым излучением интенсивностью  $0,1 \text{ В/см}^2$  она нагревается до температуры  $43,5^\circ \text{С}$  с образованием катаракты через неделю. Тепловая энергия, накапливаясь в организме приводит к увеличению общего тепловыделения. Если интенсивность ЭМП превышает  $100 \text{ Вт/м}^2$ , возможно повышение температуры всего тела и эта величина называется тепловым порогом.

*Факторы, влияющие на характер воздействия ЭМП :*

-частота и интенсивность излучений;

-вид электромагнитного спектра поля;

-вид воздействия: *изолированное* ( от одного источника), *сочетанное* ( от двух и более источников одного частотного диапазона), *смешанное* (от двух и более источников различных частотных диапазонов).

Негативное влияние ЭМП на организм возрастает с увеличением его мощности и продолжительности облучения и уменьшении длины волны.

*ЭМП оказывают воздействие на жизненно важные системы организма:*

-*нервную систему*: нарушения функций нервной системы, изменения высшей нервной деятельности, что проявляется ухудшением памяти, появлением раздражительности, признаков нервного напряжения и стресса, торможение рефлексов;

-*иммунную систему*: нарушается нормальное функционирование организма как единого целого, что может выражаться изменениями белкового обмена, изменениями биохимической реакции в крови на клеточном уровне, возможно образование в организме антител, направленных против собственных тканей;

-*эндокринную систему*: нарушаются физиологические процессы функций щитовидной железы, системы «гипофиз – кора надпочечников»; нарушение гормонального равновесия;

-*репродуктивную функцию*: возникают осложнения в течение беременности и увеличение в несколько раз вероятности выкидышей, возникают нарушения репродуктивной функции;

-*сердечно-сосудистую систему*: понижение кровяного давления (гипотония), замедление сокращения сердца, изменение состава крови в сторону увеличения лейкоцитов и уменьшения эритроцитов.

В связи с тем, что ЭМП не обнаруживаются органами чувств человека, возникает особая трудность обнаружения этого фактора, тем самым повышая его опасность. Воздействие на организм относительно безопасных уровней ЭМП в течение определенного времени способно вызвать негативные изменения в организме в результате их суммирования, т.е. кумулятивного эффекта.

**Четвертый вопрос для обсуждения.** Нормативные документы, в которых изложены гигиенические нормативы воздействия электромагнитных полей на человека.

В нормативных документах «Санитарно-эпидемиологические правила» и «СанПиН 2.2.4. 1191 – 03» регламентируются предельно допустимые уровни напряженности электрического поля  $E$  (кВ/м), напряженности магнитного поля  $H$  (А/м) или индукции магнитного поля  $B$  (мкТл) частотой 50Гц. Показано, что в ЭП напряженностью до 5 кВ/ м допускается пребывание рабочих в течение всего рабочего дня. Приводится формула, по которой можно рассчитать допустимое время (ч) пребывания в ЭП напряженностью 5...20 кВ/м:

$$T = 50/E^{-2},$$

где  $E$  – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП равен 25кВ/м.

В соответствии с «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» №2971 -84 приняты в качестве предельно допустимых уровней следующие значения напряженности электрического поля:

-внутри жилых зданий- 0,5 кВ/м;

- на территории жилой застройки- 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки , а также на территории огородов и садов – 5 кВ/м;
- на участках пересечения авоздушных линий с автомобильными дорогами - 10 кВ/м;
- в ненаселенной местности и сельскохозяйственные угодья -15 кВ/м;
- в труднодоступной местности – 20 кВ/м.

Магнитные поля также оказывают воздействие и образуются в электроустановках, которые работают на токе любого напряжения, интенсивность которого высокая вблизи выводов генераторов, токопроводов, силовых трансформаторов. Механизм биологического воздействия МП заключается в образовании в организме вихревых токов, которые вызывают изменения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем.

В нормативном документе «СанПиН 2.2.4.1191 – 03» показано, что оценку воздействия МП на человека осуществляется на основании двух параметров – интенсивности и продолжительности воздействия, которые отражены в таблице 3.

Время пребывания, ч	Допустимые уровни МП, Н(А/м); В (мк/Тл) при воздействии	
	общем	локальном
Меньше 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Таблица 3. Предельно допустимые уровни МП.

**Пятый вопрос для обсуждения.** Защитные мероприятия от воздействия ЭМП.

*Основные способы защиты* подразделяются на три группы: *организационные, инженерно-технические, лечебно-профилактические.*

*Организационные* мероприятия включают в себя предотвращение попадания людей в зону воздействия ЭМП с высоким напряжением, ограничение времени работы с источником ЭМП, создание санитарно-защитных зон вокруг антенных сооружений различного назначения.

*Инженерно-технические* мероприятия: применение защитного экранирования, дистанционное управление устройствами, которые являются источниками ЭМП, применение средств индивидуальной защиты.

*Лечебно-профилактические* мероприятия: с целью выявления ранних нарушений в состоянии здоровья, должны проводиться предварительные и периодические медицинские осмотры для лиц, работающих в условиях воздействия СВЧ – 1 раз в 12 месяцев, УВЧ и ВЧ – диапазона 1 раз в 24 месяца.

*Индивидуальные средства защиты.*

-В качестве индивидуальных средств защиты от ЭМИ может применяться специальная одежда типа «Восход», которая уменьшает воздействие ЭМИ примерно в 12 раз.

-Защитную одежду фирмы «Тико» на основе защитной краски «Тиколак» с использованием металлических примесей.

-Специальные защитные костюмы.

-Защитные очки.

-Специальная обувь, которая имеет электропроводящую подошву или выполненная целиком из электропроводящей резины.

*Применение защитного экранирования.*

Защитные экраны могут быть двух видов: *отражающие* и *поглощающие* излучение. Отражающие экраны могут быть сплошные металлические, экраны из металлической сетки, из металлизированной ткани. Поглощающие экраны изготавливаются из радиопоглощающих материалов.

*Основные рекомендации по электромагнитной безопасности.*

Имеется огромное количество источников электромагнитных полей, которые находятся как вне зданий, так и внутри помещений.

1. *Линии электропередачи (ЛЭП)*. Важно знать размеры санитарно-защитных зон, которые зависят от напряжения линии: при напряжении 330кВ размер защитной зоны 20 м, при напряжении 500 кВ – 30м, при напряжении 750 кВ – 40 м, при напряжении 1150 кВ – 50м. Если на территории санитарно-защитной зоны размещаются дачные участки, то в целях уменьшения воздействия электромагнитного поля необходимо покрыть крыши строений железом, поставить вдоль стен металлическую решетку и заземлить ее.

2. Необходимо ограничивать время при работе за компьютером. Дети дошкольного возраста - общая продолжительность работы не более 7-10 минут; школьники – 45-90 минут; студенты – 2-3 часа; взрослые – до 6 часов.

3. При работе с бытовой и офисной электротехникой соблюдать оптимальные расстояния, размещать опасные приборы на расстоянии не менее 1,5 метров от мест продолжительного пребывания и сна, не включать одновременно большое количество приборов. Для защиты от электростатических зарядов на экранах телевизоров необходимо соблюдать расстояние от зрителей до экрана, оно должно быть не менее 1-2 метров.

*Ультрафиолетовое излучение (УФ)* - это невидимое глазом электромагнитное излучение, которое занимает в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением с длиной волны 200-400нм.

*Особенности УФ – лучей:*

- проявляют фотохимическую активность;
- вызывают люминесценцию;
- обладают значительной биологической активностью.

*При недостатке солнечного света, (недостаток витамина Д , авитаминоз) в организме происходят изменения:*

- ослабление иммунологической реактивности организма;
- обострение хронических заболеваний;
- функциональные расстройства нервной системы.

Если облучать организм небольшими дозами УФ -лучей, то они будут оказывать на организм благоприятное воздействие:

- ускоряются окислительные реакции в организме, что способствует быстрому и эффективному выведению тяжелых металлов: марганца, ртути, свинца;

-повышаются функциональные возможности сердечно-сосудистой системы;

-укрепляются иммунологические свойства организма, что проявляется снижением заболеваемости простудными заболеваниями, повышением работоспособности.

Серьезные профессиональные поражения организма могут возникать при воздействии на него ультрафиолетовых излучений искусственных источников (электросварочная дуга).

*Негативные изменения проявляются:*

- в виде острых поражений глаз, заболевание называется *электроофтальмия*, при которой развивается острый конъюнктивит, страдают в первую очередь роговица и слизистая оболочка: ощущение постороннего тела, светобоязнь, слезотечение;

-в виде помутнения хрусталика и развитии катаракты;

-в виде кожных поражений:острые дерматиты, отеки с образованием пузырей, «старение» кожи, возможно развитие злокачественных образований.

*Способы защиты от УФИ*

В санитарных нормах СН 4557-88 регламентируются допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн. Показано, что при использовании индивидуальных средств защиты допустимая интенсивность облучения УФВ +УФС (200...315 нм) не должна превышать 1 Вт/м<sup>2</sup>.

*Для защиты от УФИ применяются:*

-противосолнечные экраны, навесы;

-защитная одежда: может быть изготовлена из тканей не пропускающих излучение – поплина, кожи, тканей с пленочным покрытием и должна иметь длинные рукава и капюшон;

-специальные покровные кремы;

-для защиты глаз применяются специальные очки со стеклами, которые содержат оксид свинца (обычные стекла не пропускают УФ-лучи с длиной волны короче 315нм).

*Лазерное излучение (ЛИ)*- вид электромагнитного излучения с длиной волны в диапазоне 0,1...1000мкм.

В зависимости от степени опасности лазерного излучения лазеры разделяются на 4 класса:

-безопасные (1 класс) – излучение не представляет опасности;

-малоопасные (2 класс) – зеркально отраженное излучение, а так же прямое излучение, могут оказывать негативные воздействия на глаза;

-среднеопасные (3 класс) – опасное воздействие на глаза представляют прямое, зеркально и диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности; на кожу опасное воздействие оказывает прямое и зеркально отраженное излучение;

-высокоопасные (4 класс) – опасное воздействие на кожу оказывает диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Лазеры находят широкое применение во многих областях науки и техники, в медицине, биологии, сельском хозяйстве.

*Параметры излучения, влияющие на организм человека:*

-мощность и энергия облучения;

-длина волны;

-длительность импульса;

-частота следования импульсов;

-время облучения.

*Негативное воздействие на организм лазерного излучения.*

-Повреждение кожи, которое может быть различным: от покраснения кожных покровов до поверхностного обугливания и образования глубоких дефектов кожи. Особенно чувствительны к таким воздействиям пигментированные участки кожи (родимые пятна, участки с сильным

загаром). Показано, что минимальное повреждение кожи развивается при плотности энергии  $0,1 \dots 1 \text{ Дж/см}^2$ .

-Лазерное излучение с длиной волны свыше 1400нм (инфракрасная область) способно проникать через ткани, поражая при этом внутренние органы.

-Серьезную опасность лазерное излучение представляет для тканей, которые обладают способностью максимально поглощать излучение, с этой точки зрения глаз является наиболее уязвимым органом. Повреждаются роговица, хрусталик глаза, сетчатка, ожоги которой могут привести к полной потере зрения.

-Функциональные изменения в организме: вегетативно-сосудистые нарушения, изменения в нервной системе, сердечно-сосудистой и эндокринной системах могут привести к ухудшению здоровья.

*Способы защиты от лазерного излучения.*

Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91 регламентируются предельно допустимые уровни лазерного излучения, которые позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасности.

Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности при работе с лазерами могут быть *инженерно-технические, организационные, санитарно-гигиенические.*

*Организационные* мероприятия: включают в себя предотвращение попадания людей в зону воздействия лазерного излучения, ограничение времени работы с лазерным оборудованием, размещение лазеров 4 класса опасности в отдельных изолированных помещениях.

*И инженерно-технические* мероприятия: при работе с лазерами 2-3 классов опасности применяются ограждение лазерной зоны, экранирование пучка излучения, дистанционное управление.

*Санитарно-гигиенические* мероприятия: организуются ежегодные предварительные и периодические медицинские осмотры терапевта, невропатолога, окулиста.

*Индивидуальные средства защиты:*

-специальные очки;

-щитки и маски, обеспечивают снижение облучения глаз до ПДУ.

*Инфракрасное излучение (ИК)*- часть электромагнитного излучения, энергия которого при поглощении в веществе вызывает тепловой эффект.

Наиболее высокой активностью обладает коротковолновое ИК – излучение, способное глубоко проникать в ткани организма, при этом содержащаяся в тканях вода, интенсивно поглощает его. Для ИК – излучения характерна наибольшая энергия фотонов. Показано, что интенсивность  $70 \text{ Вт/м}^2$  при длине волны 1500 нм способствует возникновению повреждающего эффекта путем специфического воздействия лучистой теплоты на структурные элементы клеток тканей, на белковые молекулы, при этом образуются биологически активные вещества.

*Воздействие инфракрасного излучения на организм человека.*

- Высокой чувствительностью к ИК – излучению у человека обладают кожные покровы. Возможно появление ожогов при сильных повреждениях кожи. Расширение артериокапилляров способствует появлению пигментации кожи, которая может быть наиболее стойкой при хронических облучениях.

-ИК-излучение вызывает нарушения органа зрения, проявляющиеся в ожоге конъюнктивы, помутнении и ожоге роговицы, ожоге тканей передней камеры глаза, образовании катаракты. Фокусируясь на сетчатке, коротковолновое излучение, может вызывать ее повреждение.

-ИК- излучение влияет на функциональное состояние верхних дыхательных путей, способствуя развитию хронического ларингита, ринита, синусита.

*Способы защиты.*

*Организационные* мероприятия: включают в себя предотвращение попадания людей в зону воздействия ИК- излучения, ограничение времени работы с ИФ-излучением.

*Санитарно-гигиенические* мероприятия: организуются ежегодные предварительные и периодические медицинские осмотры терапевта, невропатолога, окулиста.

### *Индивидуальные средства защиты:*

- специальные очки;
- щитки и маски, обеспечивают снижение облучения глаз до ПДУ;
- защитные костюмы.

*Видимое (световое) излучение* – часть электромагнитного излучения с длиной волны 780...400 нм.

### *Воздействие на организм человека светового излучения:*

- ожоги открытых участков тела;
- временное ослепление и ожоги сетчатки глаз;
- истощение механизмов регуляции обменных процессов;
- изменения в сердечной мышце, с развитием дистрофии миокарда и атеросклероза.

### **Шестой вопрос для обсуждения.** Защита от теплового излучения.

Инфракрасное излучение (тепловое излучение) один из видов электромагнитного излучения участвует в теплообмене человека с окружающей средой. В процессе теплообмена осуществляется взаимосвязь между образованием тепла и отдачей его во внешнюю среду. Теплоотдача осуществляется с помощью механизмов: теплопроводностью, конвекцией, испарением и излучением. Наиболее эффективным способом теплоотдачи является передача тепла ИК- излучением, на долю которого приходится 44-59% общей теплоотдачи. Показано, что тело человека излучает в диапазоне длин волн от 5 до 25 мкм с максимумом энергии на длине волны 9,4 мкм. Если температура окружающих предметов ниже температуры тела человека, то происходит отдача тепла человеческим телом в окружающую среду. Если температура окружающих предметов значительно выше, то поток лучистой энергии будет направлен к человеку, способствуя получению извне дополнительной тепловой энергии. В этом случае, ИК – излучение будет приводить к перегреву организма, которое будет стремительно увеличиваться с повышением мощности излучения, температуры и влажности воздуха, интенсивности выполняемой работы. Помимо теплового

воздействия ИК – излучение обладает способностью проникать в живую ткань на разную глубину.

Длинноволновые лучи ИК- излучения (область В от 1,4 до 30 мкм и область С более 3,0 мкм) способны задерживаться в поверхностных слоях кожи на глубине 0,1-0,2 мм, вызывая повышение температуры кожи и перегревание организма.

Коротковолновые лучи ИК-излучения диапазона от 0,78 до 1,4 мкм (область А) способны проникать в ткани организма на несколько сантиметров, вызывая негативные последствия: тяжелые поражения головного мозга, путем воздействия на клетки головного мозга; изменения в функциональном состоянии центральной нервной системы; повышение температуры внутренних органов. ИК – излучение может способствовать возникновению теплового удара, основными признаками которого являются головные боли, головокружения, учащение пульса, снижение сердечной деятельности, потеря сознания.

*Гигиеническое нормирование интенсивности теплового облучения.*

Гигиеническое нормирование интенсивности теплового облучения регламентируются в нормативных документах ГОСТ12.1.005-96 и СанПиН 2.2.4.548-96 и не должно превышать: 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50% и более поверхности тела; 70 Вт/м<sup>2</sup> при облучении от 25 до 50% поверхности тела; 100 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25% поверхности тела. От нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов.

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретые металл и стекло, открытое пламя) не должна превышать 140 Вт /м<sup>2</sup> при облучении не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты, включая защиту для лица и глаз.

Для оценки одновременного действия на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения) применяется эмпирический показатель *индекс тепловой нагрузки среды (ТНС- индекс)*.

Таблица. Рекомендуемые величины интегрального показателя тепловой нагрузки среды ( ТНС- индекса) для профилактики перегревания организма.

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины и интегрального показателя
Ia (до 139)	22,2 26,4
Iб (140-174)	21,5 25,8
IIa (175-232)	20,5 25,1
IIб (233-290)	19,5 23,9
III (более 290)	18,0 21,8

Измерив величину температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ( $t_{вл.}$ ) и температуру внутри зачерненного шара ( $t_{ш.}$ ) можно определить величину ТНС – индекса. Для измерения температуры внутри зачерненного шара применяется термометр, резервуар которого помещен в центр зачерненного полого шара. Зачерненный шар должен иметь такие параметры: 90мм диаметр, 0,95 коэффициент поглощения.

Уравнение для расчета ТНС- индекса:

$$ТНС = 0,7 \times t_{вл.} + 0,3 \times t_{ш.}$$

Оценку тепловой нагрузки среды можно проводить с помощью ТНС – индекса, если скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с , а интенсивность теплового облучения – 1200 Вт / м<sup>2</sup>.

Для защиты от теплового излучения применяется метод *экранирования*. С этой целью используются экраны трех типов: *непрозрачные, прозрачные, полупрозрачные*.

К *непрозрачным* экранам относятся: металлические (в т.ч. алюминиевые), альфолевые (алюминевая фольга), футерованные ( пенобетон, пеностекло, керамзит, пемза), асбестовые.

К *прозрачным* экранам относятся экраны, выполненные из различных стекол: силикатного, кварцевого, металлизированного.

К *полупрозрачным* относятся: металлические сетки, цепные завесы, экраны из стекла.

По принципу действия экраны подразделяются на *теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие*.

*Теплоотражающие* экраны обладают низкой степенью черноты поверхностей, поэтому обладают способностью отражать значительную часть падающей на них лучистой энергии в обратном направлении.

*Теплопоглощающие* экраны обладают высоким термическим сопротивлением ( малым коэффициентом теплопроводности) и выполнены из теплопоглощающих материалов, таких как огнеупорный и теплоизоляционный кирпич, асбест, шлаковаты.

*Теплоотводящие* экраны могут быть представлены в виде водяных завес, которые могут орошать другую экранирующую поверхность ( например, металлическую) как пленка, либо помещаться в специальный кожух из стекла (аквариальные экраны), металла (змеевеки).

Для оценки эффективности защиты от теплового излучения с помощью экранов можно применять формулу:

$$n = Q - Q_3 / Q \times 100\%,$$

где  $Q$  – интенсивность теплового излучения без применения защиты, Вт/м<sup>2</sup>;

$Q_3$  - интенсивность теплового излучения с применением защиты, Вт/м<sup>2</sup>.

Для достижения требуемых параметров микроклимата и оптимальных условий для теплообмена с окружающей средой могут создаваться *воздушные оазисы, воздушные завесы, воздушные души*.

*Воздушный оазис* – создают для снижения высокой температуры окружающего воздуха, с этой целью небольшую площадь закрывают переносными перегородками высотой 2 м, в которые подается прохладный воздух со скоростью 0,2- 0,4 м/с.

*Воздушные завесы* – создают с целью предупреждения попадания в помещение наружного холодного воздуха, путем подачи более теплого воздуха с большой скоростью (10-15 м/с) навстречу холодному.

*Воздушные души* – находят применения в условиях высокой температуры воздуха, например, в горячих цехах, где рабочие находятся под воздействием лучистого потока теплоты высокой интенсивности ( более 350 Вт/м<sup>2</sup>). Поток воздуха, который не должен превышать 5 м/с, позволяет увеличить

теплоотдачу в окружающую среду. Для повышения эффективности к воздуху может добавляться мелкораспыленная вода (водовоздушный душ).

### Контрольные вопросы

1. Что включает в себя понятие «электромагнитное загрязнение среды» ?
2. Каковы основные источники электромагнитного загрязнения?
3. Дайте определение понятиям: электромагнитное излучение, электромагнитное поле, магнитное поле?
4. По каким критериям определяется интенсивность электрических и магнитных полей?
5. Дайте характеристику основным параметрам электромагнитных излучений.
6. Природные источники ЭМП.
7. Каким образом ЭМП воздействуют на организм человека?
8. Какие параметры ЭМП необходимо регламентировать?
9. Организационные мероприятия по защите от ЭМП.
10. Инженерно-технические мероприятия для защиты от воздействий ЭМП.
11. Лечебно-профилактические мероприятия для защиты от воздействий ЭМП.
12. Индивидуальные средства защиты.
13. Воздействие УФ-излучений, особенности, способы защиты.
14. Лазерное излучение, особенности, способы защиты.
15. Видимое (световое) излучение, особенности, способы защиты.
16. Инфракрасное излучение (тепловое излучение).
17. Каковы основные способы защиты от теплового излучения?
18. Каковы особенности воздействия на организм человека областей излучения А, В, С?
19. Что такое ТНС- индекс и как рассчитывается его величина.

20. Как классифицируются теплозащитные экраны по принципу действия?
21. Обоснуйте необходимость применения непрозрачных, прозрачных и полупрозрачных экранов.
22. Обоснуйте особенности применения *воздушного оазиса, воздушных завес, воздушного душа*, с целью достижения требуемых параметров микроклимата.
23. По какой формуле можно рассчитать эффективность защиты от теплового излучения с помощью экранов?

### Тестовые задания и контрольные вопросы

1. Какой механизм теплообмена является наиболее эффективным?
- а) теплопроводность;
  - б) конвекция;
  - в) испарение;
  - г) излучение.
2. Укажите параметры микроклимата, которые влияют на теплообмен организмов с окружающей средой:
- а) температура воздуха;
  - б) барометрическое давление;
  - в) химический состав воздуха;
  - г) скорость движения воздуха;
  - д) влажность воздуха;
  - е) бактериальные свойства воздуха.
3. Установите соответствие между названием механизма теплообмена и теми процессами, которые лежат в основе каждого механизма:
- |                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| А- теплопроводность; | 1. Процесс замещения воздуха за счет  |
| Б- конвекция;        | разности плотностей теплых и холодных |

В- испарение;

масс.

Г- излучение.

2. Процесс передачи тепла от предмета с более высокой температурой к предмету, с меньшей температурой.

3. Процесс превращения тепловой энергии в лучистую и передача ее более холодной поверхности.

4. Процесс теплоотдачи за счет большой теплоты испарения воды.

4. Назовите основной принцип работы психрометра Августа.

5. Микроклимат- это:

а) совокупность основных свойств воздуха в помещении;

б) совокупность физических и биологических свойств воздуха в помещении;

в) совокупность физических, химических и биологических свойств воздуха в помещении.

6. С помощью какого показателя определяется качество воздухообмена в помещении и по какой формуле он рассчитывается?

7. Каков принцип действия крыльчатого анометра, предназначенного для определения скорости движения воздуха?

8. Почему мы легче переносим высокие температуры воздуха при низкой влажности воздуха, чем при высокой?

9. Какой должна быть температура воздуха в учебных аудиториях:

а) не ниже 16°C;

б) не ниже 18°C;

в) не ниже 20°C.

10. Какой должна быть относительная влажность воздуха в учебной аудитории:

а) не ниже 40 %;

б) не ниже 50%;

в) не ниже 60%.

11. При каком заболевании человек теряет способность различать красный и зеленый цвета:

а) куриная слепота;

б) цветовая слепота;

в) дальтонизм.

12. Что лежит в основе возникновения такого заболевания как «куриная слепота»:

а) помутнение хрусталика;

б) при избыточном количестве в организме витамина А;

в) при недостаточном количестве витамина С;

г) при недостатке в организме витамина А.

13. Установите соответствие между механизмами приспособления глаза к видению предметов и процессами, которые в каждом из них протекают:

А- Аккомодация;

1. Фокусирование параллельных лучей света,

Б - Конвергенция;

проходящих через оптическую систему глаза.

В - Адаптация.

2. Способность глаза к видению предметов

При разных уровнях освещенности.

3. Поворот осей зрения обоих глаз.

4. Сокращение цинновых связок.

5. Процесс изменения кривизны хрусталика.

14. Почему нежелательно чтение в транспорте?

15. Что такое астигматизм:

а) фокусирование лучей позади сетчатки глаза;

б) невозможность схождения всех лучей в одной точке;

в) невозможность схождения лучей перед сетчаткой глаза.

16. При каком заболевании лучи света после преломления фокусируются перед сетчаткой?

а) близорукость;

б) дальновзоркость;

в) астигматизм.

17. Установите соответствие между источниками искусственной освещенности и тем воздействием, которое они оказывают на внешнюю среду:

А- лампы накаливания;

1. Малая экономичность.

Б – лампы газоразрядные  
(люминесцентные).

2. Могут создавать стробоскопический эффект.

3. Оказывают неблагоприятное воздействие на микроклимат вследствие выделения большого количества тепла.

4. Изменяют микроклимат и химический состав воздуха в помещении вследствие термического разложения бактериальной и органической пыли.

5. Дают в 2-3 раза большую светоотдачу.

6. Не изменяют микроклимат и химический состав воздуха в помещении.

7. Содержат в своем составе ртуть.

18. Каким цветом должны быть выкрашены стены в учебных аудиториях с целью обеспечения комфортных условий для организации учебной деятельности:

а) красный;

- б) зеленый;
- в) синий;
- г) желтый;
- д) черный;
- е) белый.

19. Как можно охарактеризовать коэффициент естественной освещенности, какие факторы влияют на его величину?

20. Как устроен люксметр Ю-116 и каков принцип работы данного прибора?

21. Как устроен люксметр-пульсометр и каков принцип работы данного прибора?

22. Что такое шумовая болезнь, какие признаки для нее характерны?

23. Что такое вибродемпфирование:

- а) процесс уменьшения уровня вибрации путем превращения энергии механических колебаний в тепловую энергию;
- б) процесс уменьшения уровня вибрации путем применения виброизоляционных устройств;
- в) процесс уменьшения уровня вибрации путем применения дистанционного управления;
- г) процесс уменьшения уровня вибрации путем применения виброгасящего оборудования.

24. Установите соответствие между основными способами защиты от воздействий ЭМП с мероприятиями, проводимыми в каждом из них:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| А-Организационные.       | 1. Применение защитного экранирования.     |
| Б-Инженерно-технические. | 2. Дистанционное управление устройствами.  |
|                          | 3. Витаминопфилактика.                     |
|                          | 4. Проведение производственной гимнастики. |
|                          | 5. Создание санитарно-защитных зон.        |

6. Ограничение времени работ с источниками  
ЭМП.

25. Как часто должны проводиться медицинские осмотры для лиц, которые работают в условиях воздействия ЭМП:

а) 2 раза в 12 мес.;

б) 1 раз в 12 мес.;

в) 1 раз в 24 мес.

26. Что такое электроофтальмия:

а) помутнение хрусталика и развитие катаракты;

б) воспаление оболочек глаза;

в) снижение остроты зрения.

27. Установите соответствие между видом ИК-излучения и характером воздействия на живую ткань организма:

А-длинноволновые лучи

ИК-излучения.

Б-коротковолновые лучи

ИК-излучения.

1. Вызывают повышение температуры кожи и перегревание организма.

2. Обладают способностью задерживаться в поверхностных слоях кожи, на глубине 0,1-0,2мм.

3. Обладают способностью проникать в ткани организма на несколько сантиметров.

4. Вызывают повышение температуры внутренних органов.

28. Инфразвуковыми называются акустические колебания с частотой:

- а) менее 16 Гц;
- б) менее 20 Гц;
- в) менее 40 Гц.

29. Ультразвуковыми называются акустические колебания с частотой:

- а) выше 30 кГц;
- б) выше 20 кГц;
- в) выше 40 кГц.

30. Какие изменения характерны для организма при недостатке витамина D?

31. Какие из перечисленных факторов приносят наибольший вред, а какие пользу?

- а) холодный душ;
- б) хождение босиком;
- в) холод и влага;
- г) закаливание;
- д) долгое пребывание на солнце;
- е) прием солнечных ванн.

32. В каких пределах лежит зона температурного комфорта:

- а) до 29° С;
- б) от 18°С до 20 °С;
- в) от 20°С до 28°С;
- г) от -10°С до 20°С.

33. К средствам индивидуальной защиты относятся:

- а) медицинские препараты;
- б) АИ-2;
- в) спецодежда;
- г) защитные маски;
- д) респиратор;
- е) противогаз;
- ж) индивидуальные перевязочные пакеты.

## Библиографический список

1. Айзман, Р. И. Основы безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. И. Айзман, Н. С. Шуленина, В. М. Ширшова ; под ред. А. Я. Тернер. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, — 247 с. — 978-5-379-02005-7. 2017.- <http://www.iprbookshop.ru/65282.html>
2. Айзман Р.И. Основы мед. знаний и здорового образа жизни, учеб. п пособие / Р.И. Айзман, В.Б. Рубанович, М.Д. Суботялов.- Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009.-208с.(библ.ВлГУ).
3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200490.html> (библ.ВлГУ).
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник /Под ред. проф. Э.А. Арустамова.- 11 –е изд., перераб. и доп.. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2007.-476 с.
5. Безопасность жизнедеятельности. в 2 ч. Ч. 1: Безопасность в чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] : учебник / Б.Н. Рубцов и др.; под ред. В.М. Пономарева и В.И. Жукова. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358226.html> (библ.ВлГУ).
6. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] / И.П. Левчук, А.А. Бурлаков - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429693.html> (библ.ВлГУ).
7. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : Учебник / Масленников В.В. - М. : Издательство АСВ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939637.html> (библ.ВлГУ).
8. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Н. Сычев. - М. : Финансы и статистика, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279031801.html>
9. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Багаутдинов А.М. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970419663.html> (библ.ВлГУ).

10. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Хван, П. А. Хван. – Изд. 9-е, испр. и доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2012. – (Высшее образование) – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222182376.html>.

11. Безопасность жизнедеятельности в отраслях агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] / Плющиков В. Г. – М. : КолосС, 2011. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. и средних учеб. заведений). – <http://www.studentlibrary.ru/book/> – ISBN 9785953208055.html.

12. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. О. Евсеев, В. В. Кастерин, Т. А. Коржинек [и др.] ; под ред. Е. И. Холостова, О. Г. Прохорова. – Электрон. текстовые данные. – М. : Дашков и К, 2017 – 453 с. – ISBN 978-5-394-02026-1. <http://www.iprbookshop.ru/60384.html>

13. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. А. Муравей, Д. А. Кривошеин, Е. Н. Черемисина [и др.] ; под ред. Л. А. Муравей. – 2-е изд. – Электрон. текстовые данные. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, – 431 с. – 978-5-238-00352-8. – 2017. – <http://www.iprbookshop.ru/71175.html>

14. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. В. Тягунов, А. А. Волкова, В. Г. Шишкунов, Е. Е. Барышев ; под ред. В. С. Цепелев. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, – 236 с. – ISBN 978-5-321-02487-4. – 2016. – <http://www.iprbookshop.ru/68224.html>

15. Воробьев Ю. Комплексная безопасность человека // Основы безопасности жизнедеятельности. – 2011. – №11. – С.13 – 16.

16. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. И. Айзман, Л. К. Айзман, Н. В. Балиоз [и др.] ; под ред. Р. И. Айзман, С. Г. Кривошеков, И. В. Омельченко. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство. – 463 с. – ISBN 978-5-379-02006-4. – 2017. <http://www.iprbookshop.ru/65283.html>

17. Пименов, А. Б. Практикум по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" [Электронный ресурс] / А. Б. Пименов, Н. Е. Бурдакова, С. Г. Баранов ; ВлГУ. 2014. – Электронные текстовые данные (1 файл: 1,39 Мб). – Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

(ВлГУ), 2014. – 119 с. : ил. – Заглавие с титула экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Библиогр.: с. 117 – 118. – Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. – Adobe Acrobat Reader. – ISBN 978-5-99840446-7. URL:  
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3588/1/01325.pdf>.

18. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие к лабораторным и практическим работам / под общ. ред. А.В. Фролова.- Ростов н/ Д: Феникс, 2009. – 490, (3) с.: ил. – (Высшее образование).

19. Практические работы по курсу «Возрастная анатомия, физиология и гигиена». Методические разработки для студентов педагогических вузов.- Владимир: ВГПУ, 2002. – 76с.

20. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. – Электрон. текстовые данные. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, – 122 с. – ISBN 978-5-4486-0158-3. – 2018. – <http://www.iprbookshop.ru/70759.html>

21. Шуленина, Н. С. Практикум по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Н. С. Шуленина, В. М. Ширшова, Н. А. Волобуева ; под ред. Р. И. Айзман. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство – 190 с. – ISBN 978-5-379-02014-9. – 2017. – <http://www.iprbookshop.ru/65287.html>

*Учебное издание*

БУРДАКОВА Нелли Евгеньевна

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ  
ПО КУРСУ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

*Издается в авторской редакции*

Подписано в печать 13.05.20.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 6,51. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.