

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Балашовский институт (филиал)

Основы воздействия физических факторов среды на биологические системы

Учебное пособие к курсу
для студентов направления подготовки 201000 «Биотехнические системы и
технологии» профиля подготовки «Биомедицинская инженерия»
квалификации (степень) выпускника – бакалавр

Балашов 2014

Авторы–составители
О.В. Бессчетнова, Л.В. Кашицына

Учебное пособие к курсу «Основы воздействия физических факторов среды на биологические системы» составлено в соответствии с учебной программой и предназначено для студентов 1 курса направления подготовки 201000 «Биотехнические системы и технологии» профиля подготовки «Биомедицинская инженерия» квалификации (степень) выпускника – бакалавр. В нем представлены содержание изучаемого курса, темы рефератов, вопросы к зачету.

Рекомендуется к опубликованию в электронной библиотеке кафедрой безопасности жизнедеятельности Балашовского института (филиала) Саратовского государственного университета имени Н.Г.Чернышевского.

Работа представлена в авторской редакции.

© Бессчетнова О.В., Кашицына Л.В. 2014

Содержание:

1. Цели освоения учебной дисциплины
2. Место учебной дисциплины в структуре ООП бакалавриата
3. Структура и содержание учебной дисциплины
4. Краткое содержание лекционных занятий
5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
6. Терминологический словарь
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы воздействия физических факторов среды на биологические системы» являются: подготовить студентов к деятельности по созданию безопасных условий труда на производстве.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

В результате изучения данного курса студенты должны:

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:

- об опасных и вредных факторах среды обитания;
- об организации защитных мероприятий от воздействия физических факторов среды на биологические системы;
- о нормировании физических факторов среды;

ЗНАТЬ:

- основные параметры микроклимата в производственных помещениях, особенности их создания;
- виды вредных и опасных факторов в системе «человек – среда обитания»;
- характеристики шума, инфра- и ультразвука и вибрации;
- основные методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком и вибрацией;
- основные характеристики ионизирующих излучений и защиту от них;
- способы защиты человека от поражения электрическим током;

ВЛАДЕТЬ УМЕНИЯМИ И НАВЫКАМИ:

- определения оптимальных и допустимых параметров воздействия физических факторов среды на биологические системы;
 - пользования ГОСТами и СНиПами, определяющими нормирование условий безопасности жизнедеятельности.
- владеть терминологией курса.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 часа.

Таблица 1 - ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего часов	Лекции	Практическая работа	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Человек и среда обитания. Негативные факторы среды обитания	2	1-2	8	2	2	4	Участие в практ. занятиях.
2	Молниезащита, статическое электричество, электробезопасность	2	3-6	16	4	4	8	Участие в практ. занятии
3	Шум, ультра- и инфразвук, вибрация	2	7-10	16	4	4	8	Тест Участие в практ. занятии, в работе круглого стола. Реферат
4	Электромагнитные поля и лазерное излучение	2	11-14	16	4	4	8	Устный опрос, реферат, презентация
5	Ионизирующие излучения и радиационная безопасность	2	15-18	16	4	4	8	Тест Участие в практ. занятии, в работе круглого стола. Реферат
Итого за семестр				72	18	18	36	
Промежуточная аттестация								Зачет

Таблица 2 -Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Человек и среда обитания. Негативные факторы среды обитания	Среда обитания и жизнедеятельность человека Негативные физические факторы в системе «человек – среда обитания» Допустимые воздействия вредных физических факторов на биологические системы
2	Молниезащита, статическое электричество, электробезопасность	Основные понятия Воздействие электрического тока на биологические системы Защитные средства в электроустановках Молниезащита
3	Шум, ультра- и инфразвук, вибрация	Основные характеристики и действие шума, ультра и инфразвука, вибрации на биологические системы Основные методы борьбы с шумом, ультра и инфразвуком, вибрацией
4	Электромагнитные поля и лазерное излучение	Сущность, физические характеристики электромагнитных полей Действие на биологические системы, нормирование электромагнитных полей и методы защиты от них Сущность, действие на биологические системы, нормирование лазерного излучения и методы защиты от него
5	Ионизирующие излучения и радиационная безопасность	Основные характеристики ионизирующих излучений Действие на биологические системы, нормирование ионизирующих излучений Защита от действия ионизирующих излучений

4. Краткое содержание лекционных занятий

Лекция - метод обучения, одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала. Она предшествует всем другим формам организации учебного процесса и позволяет оперативно актуализировать учебный материал курса.

Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Задачи лекции:

- обеспечивать формирование системы знаний по учебной дисциплине;
- учить умению аргументированно излагать научный материал;

- формировать профессиональный кругозор и общую культуру;
- отражать новые, не получившие освещения в учебниках и учебных пособиях, знания;
- оптимизировать все другие формы организации учебного процесса с позиций новейших достижений науки, техники, культуры и искусства.

Функции лекции:

- информационная - изложение системы знаний;
- мотивационная - формирование познавательного интереса к содержанию учебного предмета и профессиональной мотивации будущего специалиста;
- ориентировочная - обеспечение основы для дальнейшего усвоения учебного материала;
- воспитательная - формирование сознательного отношения к процессу обучения, стремления к самостоятельной работе и всестороннему овладению специальностью, развитие интереса к учебной дисциплине, содействие активизации мышления студентов.

Тема 1: Человек и среда обитания. Негативные факторы среды обитания

1. Среда обитания и жизнедеятельность человека

Человек существует в процессе жизнедеятельности, непрерывном взаимодействии со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей.

Жизнедеятельность — это повседневная деятельность и время отдыха человека. Она протекает в условиях, создающих угрозу для жизни и здоровья человека. Жизнедеятельность характеризуется качеством жизни и безопасностью.

Деятельность — это активное сознательное взаимодействие человека со средой обитания.

Формы деятельности разнообразны. Результатом любой деятельности

должна быть её полезность для существования человека. Но одновременно с этим любая деятельность потенциально опасна. Она может быть источником негативных воздействий или вреда, приводит к заболеваниям, травматизму и обычно заканчивается потерей трудоспособности или смертью.

Человек осуществляет деятельность в условиях техносферы или окружающей природной среды, то есть в условиях среды обитания.

Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство.

В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывной взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему “человек — среда обитания”, в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности.

В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека.

В составе окружающей среды выделяют:

Природная среда (Биосфера) — область распространения жизни на Земле, не испытывавшая техногенного воздействия (атмосфера, гидросфера, верхняя часть литосферы). Она обладает как защитными свойствами (защита человека от негативных факторов — разность температуры, осадки), так и рядом негативных факторов. Поэтому для защиты от них человек вынужден был создать техносферу.

Техногенная среда (Техносфера) — среда обитания, созданная с помощью воздействия людей и технических средств на природную среду с целью наилучшего соответствия среды социальным и экономическим потребностям.

На современном этапе развития человека общество непрерывно взаимодействовало на среду обитания. В 20 веке на Земле возникли зоны

повышенного антропогенного и техногенного влияния на природную среду. Это привело к частичной и полной деградации. Этим изменениям способствовали следующие эволюционные процессы:

- Рост численности населения и урбанизация;
- Рост потребления энергии;
- Массовое использование транспорта;
- Рост затрат на военные цели.

Классификация условий для человека в системе "человек — среда обитания":

Комфортные (оптимальные) условия деятельности и отдыха. К данным условиям человек приспособлен в большей степени. Проявляется наивысшая работоспособность, гарантируются сохранение здоровья и целостность компонентов среды обитания.

Допустимые. Характеризуются отклонением уровней потоков веществ, энергии и информации от номинальных значений в допустимых пределах. Данные условия труда не оказывают негативное воздействие на здоровье, но приводят к дискомфорту и снижению работоспособности и продуктивности деятельности. Не вызываются необратимые процессы у человека и среды обитания. Допустимые нормы воздействия закрепляются в санитарных нормах.

Опасные. Потоки веществ, энергии и информации превышают допустимые уровни воздействия. Оказывают негативное воздействие на здоровье человека. При длительном воздействии вызывают заболевания и приводят к деградации природной среды.

Чрезвычайно опасные. Потоки за короткий срок могут нанести травму или привести к смерти, вызывая необратимые разрушения в природной среде.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть позитивным (при комфортном и допустимом состоянии) и негативным (при опасном и чрезвычайно опасном). Многие факторы, постоянно оказывающие воздействие на человека, являются неблагоприятными для его здоровья и

активной деятельности.

Безопасность можно обеспечить двумя путями:

- устранением источников опасности;
- повышением защищенности от опасностей, способности надежно противостоять им.

Безопасность жизнедеятельности — наука, изучающая опасности, средства и методы защиты от них.

Опасность — это угроза природной, техногенной, экологической, военной и другой направленности, осуществление которой может привести к ухудшению состояния здоровья и смерти человека, а также нанесению ущерба окружающей природной среде.

Основная цель учения о безопасности жизнедеятельности — защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения, достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Решение проблемы безопасности жизнедеятельности состоит в обеспечении комфортных условий деятельности людей, их жизни, защите человека и окружающей его среды от воздействия вредных факторов.

За любой вред человек расплачивается своим здоровьем и жизнью, которые можно рассматривать как системообразующие факторы в системе «человек — среда обитания», конечный результат ее функционирования и критерий качества окружающей среды.

2. Негативные физические факторы в системе «человек – среда обитания»

В процессе жизнедеятельности человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные наносить ущерб здоровью человека, т. е. вызывать различные нежелательные последствия.

Человек подвергается воздействию опасностей в своей трудовой

деятельности. Свойство живой и неживой материи оказывать негативное воздействие на саму материю (людей, животных и растительный мир, материальные ценности) с причинением ей ущерба называют опасностью. Источниками опасностей на Земле является все живое и неживое. Опасности постоянно присутствуют в пространстве и времени и реализуются в виде потоков вещества, энергии и информации.

Опасности могут иметь естественное и антропогенное происхождение. Естественные опасности возникают в природном мире; их источниками являются стихийные явления, климатические условия, геологические образования и др. Человек в процессе своей хозяйственной деятельности генерирует антропогенные опасности, воздействуя на среду обитания через технологические процессы, посредством техники и продуктов (отходов) производства.

В производственной среде, которая является частью техносферы, имеются многочисленные источники опасностей для жизни и здоровья работающих. К ним относят здания и сооружения; технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное оборудование; транспорт; инструмент и другие материальные объекты.

Техногенные опасности подразделяют на потенциальные и реальные. Потенциальные опасности включают факторы, несущие скрытую угрозу здоровью работников. Реальные опасности в данный момент или на протяжении какого-либо времени негативно воздействуют на человека.

Источниками опасности являются, например, работающий двигатель, нагретые поверхности, вращающиеся лопасти вентилятора, ременные передачи, отработанные газы. При воздействии на работника они могут привести к ожогу, травме рук, отравлению.

Одна из особенностей системы «человек – производственная среда» заключается в том, что работник выступает в этой среде одновременно и как объект негативного воздействия производственной среды, и как инициатор образования реальных опасностей. Его воздействия на источник опасностей

являются результатом усталости, невнимательности, непрофессионализма, умышленного или случайного нарушения правил охраны труда и т. п. Источниками опасности являются также объективные факторы природного (ветер, гроза, влажность и др.) и техногенного (выход из строя оборудования, пробой изоляции в электрических цепях, разгерметизация емкостей и др.) характера.

В условиях производства на человека в основном воздействуют техногенные (связанные с техникой) опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к травме или к резкому ухудшению здоровья. Травмой называют повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним отрицательным воздействием. Травма является результатом несчастного случая – воздействия ОПФ на работающего при выполнении им трудовых обязанностей. К опасным производственным факторам относят:

- электрический ток большой силы и напряжения;
- раскаленные тела;
- возможность падения с высоты самого работающего или различных деталей и предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного;
- другие факторы.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под воздействием ВПФ, называют профессиональными заболеваниями.

К вредным производственным факторам относят:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;

- воздействие шума, инфра– и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений.

Все опасные и вредные производственные факторы подразделяют на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим факторам относят электрический ток; кинетическую энергию движущихся машин и оборудования; повышенное давление паров или газов в сосудах; недопустимо высокие уровни шума, вибрации, инфра– и ультразвука; недостаточную освещенность; электромагнитные поля; ионизирующие излучения.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях. Химические факторы (химические вещества в виде паров, газов, аэрозолей, жидкостей, твердых веществ) группируют:

- по характеру воздействия – токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие (вызывающие аллергические заболевания), канцерогенные (вызывающие онкологические заболевания), мутагенные (приводящие к изменениям в организме на генном уровне), влияющие на репродуктивную функцию человека;

- по пути проникновения в организм – через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, слизистые оболочки.

Биологические факторы характеризуют воздействие на организм работника различных патогенных микроорганизмов, а также растений и животных.

Психофизиологические факторы – это физические и эмоциональные перегрузки, факторы тяжести и напряженности труда, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессы.

Четкой границы между опасными и вредными производственными факторами часто не существует.

Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на

работающих опасных и вредных производственных факторов, называют безопасностью труда. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства называют охраной труда.

Охрану труда определяют как систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Охрана труда включает производственную санитарию, технику безопасности, пожарную и взрывную безопасность, а также законодательство по охране труда.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих ВПФ.

Техника безопасности – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих ОПФ.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленных на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов, а также ограничение их последствий.

Одна из самых распространенных мер по предупреждению неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов – использование средств коллективной и индивидуальной защиты. Например, при загрязнении пылью воздушной среды в процессе производства в качестве коллективного средства защиты может быть рекомендована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция (коллективная защита), а в качестве индивидуального – респиратор (индивидуальная защита).

Решение задачи абсолютной безопасности труда либо технически неосуществимо, либо экономически нецелесообразно, так как стоимость разработки безопасной техники обычно превышает эффект от ее применения. Поэтому при разработке современного оборудования создают максимально

безопасные машины, оборудование, установки и приборы, с тем чтобы свести риск при работе с ними к минимуму.

Уровень допустимого негативного воздействия ВПФ и ОПФ на человека устанавливаются через следующие нормативные величины, определенные стандартами, гигиеническими и санитарными нормами, правилами по охране труда и другими нормативно-правовыми актами:

– предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (для пыли, паров и аэрозолей), мг/м³. Например, ПДК оксида углерода для помещений с постоянным пребыванием людей составляет 20 мг/м³;

– предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия факторов на рабочем месте (для энергетических факторов, излучений, тока и др.). Так, для шума в цехе ПДУ не превышает 80 децибел (дБ);

– предельные значения (диапазон) параметров технологического процесса, микроклимата, физических тел и др. Например, в холодный период года температура воздуха в помещении для постоянных рабочих мест при выполнении работ средней тяжести категории 26 (ГОСТ 12.1.005—88) должна находиться в пределах 15...21 °С;

– предельно допустимые количества материалов или веществ, хранимых на рабочих местах. Например, указывается, что наибольшее количество легковоспламеняющихся жидкостей на рабочем месте не должно превышать сменную норму;

– безопасные минимальные расстояния до опасных объектов (движущихся грузов или частей оборудования, источников электромагнитных или других полей и т. п.).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы характеризуются параметрами трудовых (рабочих) нагрузок и показателями воздействия этих нагрузок на человека.

Для характеристики безопасности воздействия опасных и вредных производственных факторов физической природы используют

понятие предельно допустимого уровня (ПДУ) данного конкретного фактора.

По загрязнению окружающей среды промышленными объектами в настоящее время в городах на первое место выходит автотранспорт (80 % и более), второе место занимает энергетика, далее следуют химическая, металлургическая, строительная и другие отрасли промышленности.

Из перечисленных выше факторов производственной среды некоторые являются только вредными, некоторые – только опасными, некоторые – как вредными, так и опасными – в зависимости от своей величины.

3. Допустимые воздействия вредных физических факторов на биологические системы

Вредное вещество – вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

Попадая в организм человека, вредные вещества приводят к заболеваниям, если их количество превышает допустимую для каждого из них величину. Поэтому для предупреждения профессиональных заболеваний установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) каждого вредного вещества в воздухе рабочей зоны. ПДК – это концентрация вредных веществ, при ежедневной работе в течение всего рабочего дня и на протяжении всего рабочего стажа не вызывающая заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые могут быть обнаружены в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

В настоящее время в России установлены нормы ПДК для более чем 800 веществ – это самый большой в мире перечень вредных веществ, для которых установлены ограничительные нормы по их содержанию в рабочей зоне помещений. При установлении норм ПДК веществ учитывают их общетоксическое, сенсibiliзирующее (аллергенное), канцерогенное

(онкологическое) и мутагенное (влияющее на потомство) воздействия на организм человека.

Группу опасности вещества устанавливают по таблицам, приведенным в ГОСТе, в зависимости от величины его ПДК в воздухе рабочей зоны, зоны его острого и хронического воздействия на организм, величины смертельной дозы при вдыхании и попадании в желудок.

Существуют и другие виды классификации вредных выбросов в производственные помещения – по преимущественному воздействию на отдельные органы или по основному вредному воздействию. Например, газы подразделяют на четыре группы – раздражающие, удушающие, наркотические, общетоксичные; пыли – на две группы: раздражающие и ядовитые.

Тема 2. Молниезащита, статическое электричество, электробезопасность

1. Основные понятия

Электрический ток – это всякое упорядоченное движение носителей зарядов. В металлах носителями зарядов являются **электроны** (отрицательно заряженные частицы с элементарным зарядом).

Направление электрического тока - условно принимаемое направление, противоположное направлению движения отрицательных зарядов.

Виды тока:

- **постоянный** (по величине и направлению), если за любые равные промежутки времени через поперечное сечение проводника проходят одинаковые заряды. Обозначают буквой **I**. За единицу тока в системе СИ принят ампер (А);

- **переменный** – это такой ток, сила или направление которого (или и то и другое) изменяются во времени;

- **пульсирующий** - ток, изменяющийся только по величине.

На рис. 20.1 представлены графики зависимости величины тока от времени для трех видов тока. В практике наиболее часто используют переменный синусоидальный ток.

Электрическая дуга – это длительный самостоятельный электрический разряд в газах, поддерживающийся за счет термоэлектронной эмиссии с отрицательно заряженного электрода — катода. *Термоэлектронная эмиссия* - выход электронов из металла под действием теплового движения (при нагреве).

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией (ослаблением) свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках. *Диэлектриками* называют вещества, практически не проводящие электрического тока, а *полупроводниками* — большой класс веществ, сопротивление которых изменяется в широких пределах и в очень сильной степени уменьшается с повышением температуры.

2. Воздействие электрического тока на биологические системы

Поражение электрическим током организма человека носит название **электротравмы**.

На производстве число травм, вызванных электрическим током, относительно невелико и составляет **11—12% их общего числа**, однако из всех случаев травм со смертельным исходом на долю электротравм приходится наибольшее количество (порядка 40%).

До **80% всех случаев поражения электрическим током со смертельным исходом** приходится на электроустановки напряжением до 1000 В (в первую очередь работающих под напряжением 220—380 В).

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток может производить 4 вида действий:

- **термическое** - проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства;

- **электролитическое** - выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава;

- **механическое** - приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови;

- **биологическое** - проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов (например, прекращение процесса дыхания и остановка сердца).

Электротравмы условно разделяются:

- на общие травмы (электрические удары);
- местные травмы.

1. Общие травмы (электрические удары). Они представляют наибольшую опасность. На их долю приходится более трети всех электротравм.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма электрическим током, проходящим через него, сопровождающееся судорожными сокращениями мышц тела.

По тяжести последствий электроудары делятся на четыре степени:

- *первая* — судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- *вторая* — судорожное сокращение мышц с потерей сознания; дыхание и деятельность сердца сохраняются;
- *третья* — потеря сознания, нарушение сердечной деятельности и дыхания или того и другого;
- *четвертая* — клиническая (мнимая) смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Следует различать понятие *клинической* (мнимой) и *биологической* (истинной) смерти.

У человека в состоянии клинической смерти наблюдается отсутствие дыхания и остановка сердца. Он не реагирует на болевые раздражители, а зрачки его глаз (расширенные) — на воздействие света. У здоровых людей, подвергшихся воздействию электрического тока, длительность клинической смерти составляет 7—8 минут.

За этот период средствами современной медицины (реанимация) возможно оживление организма. В более поздние сроки в клетках и тканях организма возникают необратимые изменения, т. е. наступает биологическая (истинная) смерть.

2. Местные травмы – это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. К местным электротравмам относятся:

- **электрические ожоги** – вызываются протеканием тока через тело человека, особенно при непосредственном контакте тела с электрическим проводом, а также под воздействием на тело человека электрической дуги (дуговой ожог), температура которой достигает нескольких тысяч градусов. Приблизительно 2/3 всех электротравм сопровождается ожогами;

- **электрические знаки на коже** – на коже в тех местах, где проходил электрический ток, появляются электрические знаки, представляющие собой пятна серого или бледно-желтого цвета. Эти пятна, как правило, излечиваются, и с течением времени пораженная кожа приобретает нормальный вид. Такие знаки встречаются примерно у каждого пятого получившего электротравму;

- **металлизация кожи** – под действием электрической дуги в верхние слои кожи человека могут проникнуть мелкие расплавленные частицы металла (встречается приблизительно у каждого десятого пострадавшего);

- **механические повреждения** – разрывы кожи и различных тканей, вывихи, переломы костей и др.- возникают редко, в результате судорожных сокращений мышц, вызываемых действием тока;

- **электроофтальмия** – возникающее под действием ультрафиолетового излучения электрической дуги воспаление наружных оболочек глаз. В ряде случаев лечение этого профессионального заболевания является сложным и длительным.

3. Защитные средства в электроустановках

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных *технических* и *организационных мер*. Они регламентированы действующими правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

3.1. Технические средства защиты

Технические средства защиты от поражения электротоком делятся:

- на коллективные;
- на индивидуальные;
- на средства, предупреждающие прикосновение людей к элементам сети, находящимся под напряжением;
- на средства, которые обеспечивают безопасность, если прикосновение все-таки произошло.

Основные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;

- средства индивидуальной электрозащиты.

1. Изоляция токопроводящих частей — одна из основных мер электробезопасности. Согласно ПУЭ сопротивление изоляции токопроводящих частей электрических установок относительно земли должно быть не менее 0,5—10 Мом ($1\text{МОм} = 10^6\text{Ом}$).

Различают изоляцию: рабочую, двойную и усиленную рабочую.

Рабочей называется изоляция, обеспечивающая нормальную работу электрической установки и защиту персонала от поражения электрическим током.

Двойная изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, используется в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную электробезопасность оборудования (например, ручного электроинструмента, бытовых электрических приборов и т.д.). Сопротивление двойной изоляции должно быть не менее 5 МОм, что в 10 раз превышает сопротивление обычной рабочей.

В ряде случаев рабочую изоляцию выполняют настолько надежно, что ее электросопротивление составляет не менее 5 МОм и потому она обеспечивает такую же защиту от поражения током, как и двойная. Такую изоляцию называют **усиленной рабочей** изоляцией.

Существуют основные и дополнительные изолирующие средства.

Основными называют такие электрозащитные средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение.

Дополнительные электрозащитные средства усиливают изоляцию человека от токопроводящих частей и земли.

2. Установка оградительных устройств. Неизолированные токопроводящие части электроустановок, работающих под любым напряжением, должны быть надежно ограждены или расположены на недоступной высоте, чтобы исключить случайное прикосновение к ним человека. Конструктивно ограждения изготавливают из сплошных металлических листов или металлических сеток.

3. Для предупреждения об опасности поражения электрическим током используют различные звуковые, световые и цветовые сигнализаторы, устанавливаемые в зонах видимости и слышимости персонала. Кроме того, в конструкциях электроустановок предусмотрены **блокировки** — автоматические устройства, с помощью которых преграждается путь в опасную зону или предотвращаются неправильные, опасные для человека действия.

Блокировки могут быть механические (стопоры, защелки, фигурные вырезы), электрические или электромагнитные.

4. Для информации персонала об опасности служат предупредительные плакаты, которые в соответствии с назначением делятся на предостерегающие, запрещающие, разрешающие и напоминающие. Части оборудования, представляющие опасность для людей, окрашивают в сигнальные цвета и на них наносят знак безопасности (в соответствии с ГОСТом 12.4.026-76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности»). Красным цветом окрашивают кнопки и рычаги аварийного отключения электроустановок.

5. Для уменьшения опасности поражения током людей, работающих с переносным электроинструментом и осветительными лампами, используют малое напряжение, не превышающее 42 В. В ряде случаев, например, при работе в металлическом резервуаре, для питания ручных переносных ламп используют напряжение **12 В**.

6. Для повышения безопасности проводят электрическое разделение сетей на отдельные короткие электрически не связанные между собой участки с помощью разделяющих трансформаторов. Такие разделенные сети обладают малой емкостью и высоким сопротивлением изоляции. Раздельное питание используют при работе с переносными электрическими приборами, на строительных площадках, при ремонтах на электростанциях и др.

При замыканиях тока на конструктивные части электрооборудования

(замыкание на корпус) на них появляются напряжения, достаточные для поражения людей или возникновения пожара. Осуществить защиту от поражения электрическим током и возгорания в этом случае можно тремя путями: защитным заземлением, занулением и защитным отключением.

7. Защитное заземление — это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые в обычном состоянии не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при случайном соединении их с токоведущими частями.

Защитному заземлению (занулению) подвергают металлические части электроустановок и оборудования, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, например, корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников, каркасы распределительных щитов, металлические трубы и оболочки электропроводок, а также металлические корпуса переносных электроприемников.

Обязательно заземляют электроустановки, работающие под напряжением 380 В и выше переменного тока и питающиеся от источника постоянного тока с напряжением 440 В и выше. Кроме того, в помещениях повышенной и особой опасности заземляют установки с напряжением от 42 до 380 В переменного тока и от 110 до 440 В постоянного тока.

Заземляющее устройство — это совокупность заземлителя — металлических проводников, соприкасающихся с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

В зависимости от взаимного расположения заземлителей и заземляемого оборудования различают выносные и контурные заземляющие устройства.

Выносные характеризуются тем, что заземлители вынесены за пределы

площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточены на некоторой части этой площадки.

Контурное заземляющее устройство, заземлители которого располагаются по контуру (периметру) вокруг заземляемого оборудования на небольшом расстоянии друг от друга (несколько метров), обеспечивает лучшую степень защиты, чем предыдущее.

Заземлители бывают искусственные, которые используются только для целей заземления, и естественные, в качестве которых используют находящиеся в земле трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей или газов), металлические конструкции, арматуру железобетонных конструкций, свинцовые оболочки кабелей и др. Искусственные заземлители изготавливают из стальных труб, уголков, прутков или полосовой стали.

Требования к сопротивлению защитного заземления регламентируются ПУЭ. В любое время года это сопротивление не должно превышать:

- 4 Ом — в установках, работающих под напряжением до 1000 В; если мощность источника тока составляет 100 кВА и менее, то сопротивление заземляющего устройства может достигать 10 Ом;
- 0,5 Ом — в установках, работающих под напряжением выше 1000 В с эффективно заземленной нейтралью.

8. Защитное зануление предназначено для защиты в трехфазных четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью, работающих под напряжением до 1000 В, так как в этих сетях использование защитного заземления неэффективно. Обычно это сети 220/127, 380/220 и 660/380 В.

9. Занулением называют способ защиты от поражения током автоматическим отключением поврежденного участка сети и одновременно снижением напряжения на корпусах оборудования на время, пока не сработает отключающий аппарат (плавкие предохранители, автоматы и

др.). Зануление — это преднамеренное соединение с нулевым защитным проводником металлических нетокопроводящих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Проводник (1), который соединяет зануляемые части электроустановки с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки трансформатора, называют нулевым защитным. Назначение этого проводника заключается в создании для тока короткого замыкания электрической цепи с малым электросопротивлением (цепь обозначена на рисунке цифрами I — II — III — IV — V), чтобы данный ток был достаточен для быстрого отключения повреждения от сети. Это достигается срабатыванием элемента защиты сети от тока короткого замыкания (на рисунке этот элемент обозначен цифрой 2).

Цепь зануления I — II — III — IV — V имеет очень малое электрическое сопротивление (доли Ом). Ток короткого замыкания, возникающий при замыкании на корпус и проходящий по цепи зануления, достигает большого значения (нескольких сотен ампер), что обеспечивает быстрое и надежное срабатывание элементов защиты.

Для устранения опасности обрыва нулевого провода устраивают его повторное многократное рабочее заземление через каждые 250 м.

Основное требование безопасности к занулению: оно должно обеспечивать надежное и быстрое срабатывание защиты. Для этого необходимо выполнение следующего условия:

Время срабатывания элементов защиты зависит от силы тока. Так, для плавких предохранителей и тепловых автоматов при $k = 10$ время срабатывания предохранителя составляет 0,1 с, а при $k = 3$ — 0,2 с. Электромагнитный автоматический выключатель обесточивает сеть за 0,01 с. Согласно требованиям ПУЭ в помещениях с нормальными условиями k должен находиться в пределах 1,2—3, а во взрывоопасных помещениях — $k = 1,4$ —6.

10. Еще одна система защиты — **защитное отключение** — это защита

от поражения электрическим током в электроустановках, работающих под напряжением до 1000 В, автоматическим отключением всех фаз аварийного участка сети за время, допустимое по условиям безопасности для человека.

Основная характеристика этой системы — быстроедействие, оно не должно превышать 0,2 с. Принцип защиты основан на ограничении времени протекания опасного тока через тело человека.

Защитное отключение рекомендуется применять:

- в передвижных установках напряжением до 1000 В;
- для отключения электрооборудования, удаленного от источника питания, как дополнение к занулению;
- в электрифицированном инструменте как дополнение к защитному заземлению или занулению;
- в скальных и мерзлых фунтах при невозможности выполнить необходимое заземление.

3.2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок

К ним относятся:

- оформление соответствующих работ нарядом или распоряжением, допуск к работе, надзор за проведением работ, строгое соблюдение режима труда и отдыха, переходов на другие работы и окончания работ;
- обучение персонала правильным приемам работы с присвоением работникам, обслуживающим электроустановки, соответствующих квалификационных групп.

1. Нарядом для проведения работы в электроустановках называют составленное на специальном бланке задание на ее безопасное производство, определяющее содержание, место, время начала и окончания работы, необходимые меры безопасности, состав бригад и лиц, ответственных за безопасность выполнения работ. **Распоряжением** называют то же задание на безопасное производство работы, но с указанием содержания работы, места, времени и лиц, которым поручено ее

выполнение.

Все работы на токопроводящих частях электроустановок под напряжением и со снятием напряжения выполняют по наряду, кроме кратковременных работ (продолжительностью не более 1 ч), требующих участия не более трех человек. Эти работы выполняют по распоряжению.

2. К организационным мероприятиям также относятся обучение персонала правильным приемам работы с присвоением работникам, обслуживающим электроустановки, соответствующих квалификационных групп.

3.3. Статическое электричество и защита от него

В ряде случаев существенную опасность для человека представляет *статическое электричество*, под которым понимают совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией (ослаблением) свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках. Протекание различных технологических процессов, таких, как измельчение, распыление, фильтрование и другие, сопровождается электризацией материалов и оборудования, причем возникающий на них электрический потенциал достигает значений тысяч и десятка тысяч вольт. Воздействие статического электричества на организм человека проявляется в виде слабого длительно протекающего тока либо в форме кратковременного разряда через тело человека, в результате чего может произойти несчастный случай.

Вредное воздействие на организм человека оказывает и *электрическое поле повышенной напряженности*. Оно вызывает функциональные изменения центральной нервной, сердечнососудистой и некоторых других систем организма.

Защиту от статического электричества осуществляют по двум основным направлениям:

- у м е н ь ш е н и е г е н е р а ц и и электрических зарядов;

- устранение зарядов статического электричества.

1) Для реализации первого направления необходимо правильно подбирать конструкционные материалы, из которых изготавливаются машины, агрегаты и прочее технологическое оборудование. Эти материалы должны быть слабо электризующимися или неэлектризующимися.

2) Для снятия зарядов статического электричества с поверхности технологического оборудования его обязательно заземляют.

Кроме перечисленных способов защиты от статического электричества большое значение имеет снижение удельного поверхностного электрического сопротивления перерабатываемых материалов. Это достигается повышением относительной влажности в помещении, где производится обработка поглощающих воду материалов (древесины, бумага, хлопчатобумажной ткани и др.), до 65—70%, нанесением на их поверхность специальных антистатических составов, введением в состав твердых диэлектриков электропроводящих материалов (графита, углеродных волокон, алюминиевой пудры и т.д.).

4. Молниезащита

Важным вопросом электробезопасности является защита от удара молний, или молниезащита.

Молниезащита — это система защитных устройств и мероприятий, применяемых в промышленных и гражданских сооружениях для защиты их от аварии, пожаров при попадании в них молнии.

Молния — особый вид прохождения электрического тока через огромные воздушные промежутки, источник которого — атмосферный заряд, накопленный грозовым облаком.

Различают три типа воздействия тока молнии:

- прямой удар (при прямом разряде молнии в здание или сооружение может произойти его механическое или термическое разрушение);
- вторичное воздействие заряда молнии (заключается в наведении в замкнутых токопроводящих контурах (трубопроводах, электропроводах и

др.), расположенных внутри зданий, электрических токов. Эти токи могут вызвать искрение или нагрев металлических конструкций, что может стать причиной возникновения пожара или взрыва в помещениях, где используются горючие или взрывоопасные вещества);

- занос высоких потенциалов (напряжения) в здания (проявляется в виде плавления или даже испарения материалов конструкции. Последствия как при вторичном воздействии).

Для защиты от действия молнии устраивают молниеотводы (громоотводы) - это заземленные металлические конструкции, которые воспринимают удар молнии и отводят ее ток в землю.

Различают стержневые и тросовые молниеотводы. Их защитное действие основано на свойстве молний поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические конструкции.

Молниеотводы характеризуются **зоной защиты**, которая определяется как часть пространства, защищенного от удара молнии с определенной степенью надежности.

В зависимости от степени надежности зоны защиты могут быть двух типов — А и Б. Тип зоны защиты выбирают в зависимости от ожидаемого количества поражений молнией зданий и сооружений в год (N). Если величина $N > 1$, то принимают зону защиты типа А (степень надежности защиты в этом случае составляет не менее 99,5%). При $N < 1$ принимают зону защиты типа В (степень надежности этой защиты — 95% и выше).

Тема 3. Шум, ультра- и инфразвук, вибрация

1. Основные характеристики и действие шума, ультра и инфразвука, вибрации на биологические системы

Шум — это сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

С физиологической точки зрения шумом называют любой

нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека.

Звуковые колебания, воспринимаемые органами слуха человека, являются механическими колебаниями, распространяющимися в упругой среде (твердой, жидкой или газообразной).

Основным признаком механических колебаний является повторность процесса движения через определенный промежуток времени.

Процесс распространения колебаний в упругой среде называется *волной*. Каждая из частиц среды при этом колеблется около положения устойчивого равновесия.

Поверхность, которая отделяет колеблющиеся частицы от частиц, пока еще не пришедших в колебательное движение, называют *фронтом волны*.

Совокупность точек, колеблющихся в одинаковых фазах, образует *волновую поверхность*.

Все точки фронта волны имеют нулевую фазу. Отсюда следует, что фронт волны представляет собой одну из волновых поверхностей. Фронт волны расположен перпендикулярно к направлению распространения волны.

По форме фронта различают волны:

- плоские;
- сферические.

Расстояние между двумя соседними частицами, находящимися в одинаковом режиме движения или в одинаковой фазе, называется *длиной волны*.

Источник звуковых колебаний, возбуждающий *плоские волны*, представляет собой плоскую поверхность, размер которой существенно больше длины волны. Фронты этих волн расположены параллельно плоскости возбуждения.

Сферическая волна создается маленьким по сравнению с длиной

волны возбудителем колебаний — точечным источником звуковых колебаний. При очень большом (бесконечном) удалении источника звуковых колебаний сферические волны могут частично становиться плоскими.

Тип распространяющейся в звукопроводящем материале волны зависит от его вида и размеров, а также от длины волны.

Рассмотрим важный с практической точки зрения случай распространения звуковых волн в неограниченных средах, размеры которых значительно больше длины волны. В этих средах распространяются два вида волн:

- продольные;
- поперечные.

В продольной волне меняются местами зоны сжатия (области с повышенным давлением) и зоны растяжения (области с пониженным давлением). Поэтому другое название этих волн — волны сжатия (волны давления). Для этих волн направление колебания частиц совпадает с направлением распространения волны. В природе такой тип волн распространяется в твердых, жидких и газообразных средах, например слышимый звук в воздухе.

Для поперечных волн направление колебания частиц перпендикулярно направлению распространения волны. Эти волны также носят название сдвиговых волн, так как вызывают в звукопроводящем материале сдвиг. Они могут распространяться только в твердой среде.

Звуковые волны переносят энергию. Для характеристики среднего потока энергии в какой-либо точке среды вводят понятие **интенсивности звука** — это количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени через единицу площади поверхности, нормальной (расположенной под углом 90°) к направлению распространения волны.

Сила воздействия звуковой волны на барабанную перепонку человеческого уха и вызываемое ею ощущение громкости зависят от

звукового давления.

Звуковое давление — это дополнительное давление, возникающее в газе или жидкости при нахождении там звуковой волны.

В природе величины звукового давления и интенсивности звука, генерируемые различными источниками шума, меняются в широких пределах:

- по давлению — до 10^8 раз;
- по интенсивности — до 10^{16} раз.

В соответствии с законом Вебера — Фехнера прирост силы ощущения анализатора человека, в том числе и слухового, пропорционален логарифму отношения энергий двух сравниваемых раздражений.

Поэтому для характеристики уровня шума используют не непосредственно значения интенсивности звука и звукового давления, которыми неудобно оперировать, а их логарифмические значения, называемые **уровнем интенсивности звука** или **уровнем звукового давления.**

Человеческое ухо, а также многие акустические приборы реагируют не на интенсивность звука, а на звуковое давление.

При расчетах уровня шума используют величину интенсивности звука, а для оценки воздействия шума на человека — уровень звукового давления.

1.2. Ультра- и инфразвук

Человеческое ухо воспринимает как слышимые колебания, лежащие в пределах **от 20 до 20 000 гц.**

Звуковой диапазон принято подразделять на:

- низкочастотный (20—400 гц);
- среднечастотный (400—1000 гц);
- высокочастотный (свыше 1000 гц).

Звуковые волны с частотой **менее 20 гц** называются *инфразвуковыми*, а с частотами **более 20000 гц** — *ультразвуковыми.*

Инфразвуковые и ультразвуковые колебания органами слуха человека не воспринимаются.

Ультразвуковой диапазон частот делится на два поддиапазона:

- низкочастотный (20—100 кГц);
- высокочастотный (100 кГц— 1000 МГц).

Ультразвуки весьма сильно поглощаются газами и во много раз слабее — жидкостями. Так, например, *коэффициент поглощения ультразвука в воздухе* приблизительно в 1000 раз больше, чем в воде.

Ультразвуки применяются в промышленности для контрольно-измерительных целей (дефектоскопия, измерение толщины стенок трубопроводов и др.), а также для осуществления и интенсификации различных технологических процессов (очистка деталей, сварка, пайка, дробление и т.д.). Ультразвуки ускоряют протекание процессов диффузии, растворения и химических реакций.

Инфразвук — это область акустических колебаний в диапазоне ниже 20 Гц. В производственных условиях инфразвук, как правило, сочетается с низкочастотным шумом, а в ряде случаев и с низкочастотной вибрацией. Источниками инфразвука в промышленности являются компрессоры, дизельные двигатели, вентиляторы, реактивные двигатели, транспортные средства и др.

Характеристиками ультразвуковых и инфразвуковых колебаний, как и в случае звуковых волн, являются:

- уровень интенсивности (Вт/м^2);
- уровень звукового давления (Па);
- частота (Гц).

1.3. Вибрация

Вибрация — это совокупность механических колебаний, простейшим видом которых являются гармонические.

В ГОСТе 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» вибрация определяется как движение точки или механической системы, при котором

происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений по крайней мере одной координаты.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов. Примером таких устройств могут служить:

- ручные перфораторы;
- кривошипно-шатунные механизмы и другие, детали которых совершают возвратно-поступательные движения;
- неуравновешенные вращающиеся механизмы (электродрели, ручные шлифовальные машины, металлообрабатывающие станки, вентиляторы и т.д.);
- устройства, в которых движущиеся детали совершают ударные воздействия (зубчатые передачи, подшипники и т.д.);
- специальные промышленные вибрационные установки, применяемые в частности, при уплотнении бетонных смесей, при дроблении, измельчении и сортировке сыпучих материалов, при разгрузке транспортных средств и в ряде других случаев.

Если вибрирующая система совершает гармонические колебания (17.2), то для ее описания используют следующие характеристики:

- амплитуду виброперемещения, т. е. наибольшее отклонение колеблющейся точки от положения равновесия, X_m , м;
- колебательную скорость, или виброскорость, V_m , м/с;
- ускорение колебаний, или виброускорение, a_m , м/с²;
- период колебаний, T , с;
- частоту колебаний, f , гц.

Если вибрации имеют несинусоидальный характер, то их можно представить в виде суммы синусоидальных (гармонических) составляющих с помощью разложения в ряд Фурье.

Необходимо различать вибрации:

- общую;

- местную.

Общая вибрация действует на весь организм в целом, а *местная* — только на отдельные части его (верхние конечности, плечевой пояс, сосуды сердца).

1.4. Действие шума, ультра- и инфразвука, вибрации на организм человека

Рассмотрим, как действуют шум, ультра- и инфразвук, а также вибрация на организм человека.

Звуки очень большой силы, уровень которых превышает 120 - 130 дБ, вызывают болевое ощущение и повреждения в слуховом аппарате (**акустическая травма**).

Разрыв барабанных перепонок в органах слуха человека происходит под воздействием шума, уровень звукового давления которого составляет \approx **186 дБ**. Воздействие на организм человека шума, уровень которого **около 196 дБ**, приведет к повреждению легочной ткани (порог легочного повреждения).

Однако не только сильные шумы, приводящие к мгновенной глухоте или повреждению органов слуха человека, вредно отражаются на здоровье и работоспособности людей. Шумы небольшой интенсивности, порядка **50—60дБА** (выражается уровень шума, замеренный по **шкале А шумомера**, конструкция и принцип работы которого будут изложены далее), негативно воздействуют на нервную систему человека, вызывают бессонницу, неспособность сосредоточиться, что ведет к снижению производительности труда и повышает вероятность возникновения несчастных случаев на производстве.

Если шум постоянно действует на человека в процессе труда, то могут возникнуть различные психические нарушения, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и кожные заболевания, тугоухость.

Последствия воздействия шума небольшой интенсивности на

организм человека зависят от ряда факторов, в том числе:

- возраста и состояния здоровья работающего;
- вида трудовой деятельности;
- психологического и физического состояния человека в момент действия шума и ряда других факторов.

Шум, производимый самим человеком, обычно не беспокоит его. В отличие от этого посторонние шумы часто вызывают сильный раздражающий эффект.

Если сравнивать шумы с одинаковым уровнем звукового давления, то высокочастотные шумы ($f > 1000$ Гц) более неприятны для человека, чем низкочастотные ($f < 400$ Гц). В ночное время шум с уровнем 30—40 дБА является серьезным беспокоящим фактором.

При постоянном воздействии шума на организм человека могут возникнуть патологические изменения, называемые шумовой болезнью, которая является профессиональным заболеванием.

Инфразвук также оказывает негативное влияние на органы слуха, вызывая утомление, чувство страха, головные боли и головокружения, а также снижает остроту зрения. *Особенно неблагоприятно воздействие на организм человека инфразвуковых колебаний с частотой 4—12 Гц.*

Вредное воздействие **ультразвука** на организм человека выражается в нарушении деятельности нервной системы, снижении болевой чувствительности, изменении сосудистого давления, а также состава и свойств крови. Ультразвук передается либо через воздушную среду, либо контактным путем через жидкую и твердую среду (действие на руки работающих). Контактный путь передачи ультразвука наиболее опасен для организма человека.

Воздействие вибрации на организм человека. При воздействии общей вибрации наблюдаются нарушение сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению подвижности.

Если частоты колебания рабочих мест совпадают с собственными частотами колебаний внутренних органов человека - для большинства внутренних органов человека частоты собственных колебаний составляют **6—9 Гц** (явление резонанса), то возможно механическое повреждение данных органов вплоть до разрыва.

При действии на руки работающих местной вибрации (вибрирующий инструмент) происходит нарушение чувствительности кожи, окостенение сухожилий, потеря упругости кровеносных сосудов и чувствительности нервных волокон, отложение солей в суставах кистей рук и пальцев и другие негативные явления.

Длительное воздействие вибрации приводит к профессиональному заболеванию — **вибрационной болезни**, эффективное лечение которой возможно лишь на начальной стадии ее развития.

2. Основные методы борьбы с шумом, ультра и инфразвуком, вибрацией

Методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком, а также с вибрацией подразделяются на коллективные и индивидуальные.

Коллективные методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком, а также с вибрацией

1. Борьба с шумом. Причиной возникновения шумов являются различные механические, аэродинамические и электромагнитные явления.

Механические шумы возникают при работе различных машин и механизмов и вызваны трением и соударениями составляющих их деталей, ударными процессами, используемыми в производстве (ковка, штамповка) и рядом других факторов.

Аэродинамические и гидродинамические шумы возникают при течении газов и жидкостей. Электромагнитные шумы обычно сопровождают работу различных электрических установок.

Основные способы, используемые для снижения шума в

производственных помещениях:

1) Наиболее рациональный способ уменьшения шума — снижение звуковой мощности его источника (машины, установки, агрегата и т.д.).

Этот способ борьбы с шумом носит название *уменьшения шума в источнике его возникновения*.

Снижение механических шумов достигается:

- улучшением конструкции машин и механизмов;
- заменой деталей из металлических материалов на пластмассовые;
- заменой ударных технологических процессов на безударные (например, клепку рекомендуется заменять сваркой, штамповку — прессованием и т.д.);

- применением вместо зубчатых передач в машинах и механизмах других видов передач (например, клиноременных) или использованием зубчатых передач, не издающих громких звуков (например, при использовании не прямозубых, а косозубых или шевронных шестерен);

- нанесением смазки на трущиеся детали и рядом других мероприятий.

Аэродинамические и гидродинамические шумы сопровождают течение жидкости или газа. Эти шумы также возникают при работе вентиляторов, компрессоров, газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания, при выпуске пара или воздуха в атмосферу, при вращении винтов самолета, при работе насосов для перекачки жидкостей и др.

Для уменьшения аэродинамических и гидродинамических шумов рекомендуются:

- снижение скорости обтекания газовыми или воздушными потоками препятствий;

- улучшение аэродинамики тел, работающих в контакте с потоками;

- снижение скорости истечения газовой струи и уменьшение диаметра отверстия, из которого эта струя истекает;

- выбор оптимальных режимов работы насосов для перекачивания

жидкостей;

- правильное проектирование и эксплуатация гидросистем и ряд других мероприятий.

Часто не удается уменьшить аэродинамические шумы в источнике их возникновения, поэтому приходится использовать другие методы борьбы с этими шумами (использование звукоизоляции источника, установка глушителей).

Для борьбы с шумами электромагнитного происхождения рекомендуется:

- тщательно уравнивать вращающиеся детали электромашин (ротор, подшипники);
- осуществлять тщательную притирку щеток электродвигателей;
- применять плотную прессовку пакетов трансформаторов и т.д.

2) Следующим способом снижения шума является ***изменение направленности его излучения***. Этот способ применяется в том случае, когда работающее устройство (машина, агрегат, установка) направленно излучает шум. Примером такого устройства может служить труба для сброса в атмосферу сжатого воздуха. Направленная звуковая волна должна быть ориентирована в противоположную от рабочего места или жилого строения сторону.

Если на территории предприятия расположен один или несколько шумных цехов, то их рекомендуется сосредоточить в одном-двух местах, максимально удаленных от остальных производств. При расположении предприятия на территории города шумные производства должны находиться на значительном удалении от жилых домов. Это мероприятие по борьбе с шумом называется *рациональной планировкой предприятий и цехов*.

3) Следующий способ борьбы с шумом связан с ***уменьшением звуковой мощности по пути распространения шума (звукоизоляция)***. Практически это достигается использованием звукоизолирующих ограждений, звукоизолирующих кабин и пультов управления,

звукоизолирующих кожухов и акустических экранов.

К звукоизолирующим ограждениям относятся стены, перекрытия, перегородки, остекленные проемы, окна, двери

В качестве материалов для звукоизолирующих ограждений рекомендуется использовать бетон, железобетон, кирпич, керамические блоки, деревянные полотна (для изготовления дверей), стекло и т.д.

Звукоизолирующими кожухами обычно полностью закрывают издающее шум устройство (машину, агрегат, установку и т.д.). Кожухи изготавливают из листового металла (сталь, дюралюминий и т.д.) или пластмассы. Как и в случае звукоизолирующих ограждений, кожухи более эффективно снижают уровень шума на высоких частотах, чем на низких. Так, например, стальной кожух с размером стенки 4х4 м и толщиной стенки 1,5—2 мм обеспечивает снижение шума на частоте $f=63$ Гц на 21 дБ, а на частоте $f=4000$ Гц — на 50 дБ.

Звукоизолирующие кабины применяют для размещения пультов управления и рабочих мест в шумных цехах. Их изготавливают из кирпича, бетона и подобных материалов или из металлических панелей.

Акустические экраны представляют собой конструкцию, изготовленную из сплошных твердых листов (металлических и т.п.) толщиной 1,5—2 мм, с покрытой звукопоглощающим материалом поверхностью. Эти экраны устанавливаются на пути распространения звука. За ними возникает зона звуковой тени. Основной акустический эффект (снижение уровня шума) достигается в результате отражения звука от этих конструкций.

В производственных помещениях уровень звука существенно повышается из-за отражения шума от строительных конструкций и оборудования. Для снижения уровня отраженного звука применяют специальную акустическую обработку помещения с использованием средств звукопоглощения, к которым относятся звукопоглощающие облицовки и штучные звукопоглотители. Как следует из названия этих

материалов, они не отражают шум, а поглощают его. При этом колебательная энергия звуковой волны переходит в тепловую (диссипирует) вследствие потерь на трение в звукопоглотителе. Для звукопоглощения используют пористые материалы (т. е. материалы, обладающие несплошной структурой), так как потери на трение в них наиболее значительны. (И наоборот, звукоизолирующие конструкции, отражающие шум, изготавливают из массивных, твердых и плотных материалов).

Звукопоглощающими называют материалы, у которых величина α превышает 0,2. Примером этих материалов могут служить плиты и маты из минеральной ваты, базальтового и стеклянного волокна, акустические плиты с зернистой или волокнистой структурой типа «Акмигран», «Акминит», «Силакпор» и др.

Штучные звукопоглотители представляют собой объемные звукопоглощающие тела, изготовленные в виде конуса, куба, параллелепипеда и подвешенные к потолку помещения.

Способы борьбы с аэродинамическим шумом. Для этого используют устройства, называемые глушителями шума. Различают глушители:

- абсорбционные (затухание аэродинамического шума происходит в порах звукопоглощающих материалов, заполняющих глушитель);
- реактивные (отражают звуковую энергию обратно к источнику);
- комбинированные (снижение шума достигается за счет сочетания поглощения и отражения звука).

2. Борьба с инфразвуком. Некоторые способы *защиты от инфразвука* аналогичны способам защиты от шума. К ним следует отнести:

- снижение уровня инфразвука в его источнике;
- увеличение жесткости колеблющихся конструкций;
- применение глушителей реактивного типа.

Вместе с тем такие известные методы борьбы с шумом, как зву-

коизоляция и звукопоглощение, малоэффективны при инфразвуке. Значительно более эффективный подход — борьба с инфразвуком в источнике его возникновения.

Как известно, одним из основных промышленных источников инфразвука являются различные тихоходные машины, число рабочих циклов которых не превышает 20 в секунду (двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, вентиляторы и т.д.). Если существует техническая возможность повышения быстроходности этих машин, то возможно обеспечить перевод максимума их звуковой мощности в диапазон слышимых частот, после чего применяют описанные выше методы борьбы с шумом.

3. Борьба с ультразвуком. Для *снижения или исключения вредного воздействия ультразвука*, передающегося воздушным путем, ультразвуковые установки рекомендуется размещать в специальных помещениях, используя для проведения технологических процессов на них системы дистанционного управления. Большой эффект дает автоматизация этих установок.

Более экономичный способ защиты от воздействия ультразвука заключается в использовании звукоизолирующих кожухов, которыми закрываются ультразвуковые установки, или экранов, располагающихся на пути распространения ультразвука. Эти экраны изготавливают из листовой стали или дюралюминия, пластмассы (гетинакса) либо из специальной резины. Например, применение кожухов на некоторых ультразвуковых установках позволяет снизить уровень ультразвука на 60—80 дБ.

4. Борьба с вибрацией. *Основные методы защиты от вибрации* делятся на две большие группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

1) Для того чтобы снизить вибрацию в источнике ее возникновения,

необходимо уменьшить действующие в системе переменные силы. Это достигается заменой динамических технологических процессов статическими (например, ковку и штамповку рекомендуется заменять прессованием, операцию ударной правки — вальцовкой, пневматическую клепку — сваркой и т.д.). Рекомендуется также тщательно выбирать режимы работы оборудования, чтобы вибрация была минимальной. Большой эффект дает тщательная балансировка вращающихся механизмов, применение специальных редукторов с низким уровнем вибрации и другие мероприятия.

Важно, чтобы собственные частоты вибрации агрегата или установки не совпадали с частотами переменных сил, вызывающих вибрацию. В противном случае может возникнуть резонанс, в результате чего резко увеличится амплитуда колебаний (виброперемещение) устройства, что может привести к его поломке или разрушению. Исключить резонансные режимы работы оборудования и тем самым снизить уровень вибрации можно либо путем изменения массы и жесткости вибрирующей системы, либо установлением нового режима работы агрегата.

Следующий метод защиты от вибрации называется вибродемпфированием (вибропоглощением), под которым понимают превращение энергии механических колебаний системы в тепловую. Это достигается использованием в конструкциях вибрирующих агрегатов специальных материалов (например, сплавов систем медь—никель, никель—титан, титан—кобальт), применением двухслойных материалов типа сталь—алюминий, сталь-медь. Хорошей вибродемпфирующей способностью обладают и традиционные материалы: пластмассы, дерево, резина. Значительный эффект достигается при нанесении на колеблющиеся детали вибропоглощающих покрытий. Пример таких покрытий — различные упруговязкие материалы, такие, как пластмасса или резина, а также различные мастики. Известными вибропоглощающими мастиками являются так называемые «Антивибриты» («Антивибрит—2»,

«Антивибрит—3»), изготавливаемые на основе эпоксидных смол.

Виброгашение, или динамическое гашение, колебаний достигается в первую очередь установкой вибрирующих машин и механизмов на прочные массивные фундаменты. Массу фундамента рассчитывают таким образом, чтобы амплитуда колебаний его подошвы была в пределах 0,1—0,2 мм, а для особо важных сооружений — 0,005 мм.

Закрепленный жестко на защищаемом агрегате виброгаситель колеблется в противофазе с основной установкой, в результате чего снижается уровень вибрации. Однако он действует на определенной (фиксированной) частоте колебаний, соответствующей резонансному режиму работы. При изменении частоты колебаний основной установки резонанс между ней и виброгасителем пропадает, в результате резко снижается эффективность его работы.

Достаточно эффективным способом защиты является виброизоляция, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

В качестве виброизоляторов используют пружинные опоры либо упругие прокладки из резины, пробки и т.д. Возможно использование сочетания этих устройств (комбинированные виброизоляторы).

Для уменьшения вибрации ручного инструмента его ручки выполняются с использованием упругих элементов — виброизоляторов, снижающих уровень вибрации.

4.2. Индивидуальные методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком, а также с вибрацией

К средствам индивидуальной защиты от шума относятся противозумные вкладыши, наушники и шлемы. Противозумные вкладыши вставляют в слуховой канал и перекрывают его. В зависимости от частоты они обеспечивают снижение уровня шума на 5—20 дБ. Их изготавливают из специального ультратонкого волокна, а также из резины или эбонита. Это

наиболее дешевые и компактные индивидуальные средства защиты слуха человека, однако они могут вызвать раздражение слухового прохода.

Акустические характеристики противошумных наушников более эффективны, чем вкладышей. В зависимости от частоты они обеспечивают снижение шума на 7—47 дБ. Наиболее эффективно наушники обеспечивают защиты на высоких частотах.

При очень высоких уровнях шума (более 120 дБ) применяют шлемы.

В качестве индивидуальных средств защиты от контактного действия ультразвука можно рекомендовать применение специальных инструментов с изолированными ручками (покрытыми пористой резиной или поролоном), а также использовать резиновые перчатки.

К средствам индивидуальной защиты от вибраций относятся специальные рукавицы, перчатки и прокладки. Для защиты ног используют виброзащитную обувь, снабженную прокладками из упругодемпфирующих материалов (пластмассы, резины или войлока). С целью профилактики вибрационной болезни персонала, работающего с вибрирующим оборудованием, необходимо строго соблюдать режимы труда и отдыха, чередуя при этом рабочие операции, связанные с воздействием вибрации, и без нее.

Для измерения уровня шума, инфра- и ультразвука, а также вибрации используют различные приборы, позволяющие определять основные характеристики виброакустических факторов. В шумомерах используют конденсаторные или пьезоэлектрические микрофоны, преобразующие звуковые колебания в электрические, которые затем усиливаются, проходят через корректирующие фильтры и выпрямитель и поступают на прибор — регистратор.

Среди отечественных приборов для измерения шума можно указать ВШВ-003, позволяющий проводить измерения в частотном диапазоне 10—20 000 Гц (уровень измеряемого звука 25—140 дБ), и ШВК-1 с фильтрами ФЭ-2 (уровень измеряемого звука 30—140 дБ в частотном

диапазоне 2—40 000 Гц.). Как следует из их частотных характеристик, эти приборы захватывают и инфразвуковой диапазон.

Тема 4. Электромагнитные поля и лазерное излучение

1. Сущность, физические характеристики электромагнитных полей

Электромагнитные волны возникают при ускоренном движении электрических зарядов.

Электромагнитные волны — это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитного полей. Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом, называется **электромагнитным полем**.

Несмотря на то, что длина электромагнитных волн и их свойства различны, все они, начиная от *радиоволн* и заканчивая *гамма-излучением*, имеют одну физическую природу.

Исследованный в настоящее время **диапазон электромагнитных волн состоит** из волн с длинами, соответствующими частотам от 10^3 до 10^{24} Гц. По мере убывания длины волны в этом диапазоне различают:

- радиоволны;
- инфракрасное излучение;
- видимый свет (световые лучи);
- ультрафиолетовое излучение;
- рентгеновское излучение;
- гамма-излучение.

Источниками электромагнитных полей являются:

- атмосферное электричество;
- космические лучи;
- излучение солнца;
- искусственные источники: различные генераторы, трансформаторы, антенны, лазерные установки, микроволновые печи, мониторы компьютеров.

На предприятиях источниками электромагнитных полей промышленной частоты являются: - высоковольтные линии электропередач (ЛЭП);

- измерительные приборы;
- устройства защиты и автоматики;
- соединительные шины и др.

Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме не зависит от длины волны и равна: $C = 2,997925 \cdot 10^8$ м/с.

Электромагнитная волна, распространяясь в неограниченном пространстве со скоростью света, создает переменное электромагнитное поле, которое способно воздействовать на заряженные частицы и токи, в результате чего происходит превращение энергии поля в другие виды энергии.

Как уже сказано выше, переменное электромагнитное поле представляет собой совокупность магнитного и электрического полей, количественной характеристикой которых являются напряженность электрического поля E (размерность — вольт на метр, или, сокращенно, В/м) и напряженность магнитного поля H (размерность — ампер на метр, или, сокращенно, А/м).

Величины E и H — векторные, их колебания происходят во взаимоперпендикулярных плоскостях. При распространении в воздухе или в вакууме $E=377H$.

Всю область распространения электромагнитных волн, начиная от источника излучения, принято условно разделять на три зоны: ближняя, промежуточная и дальняя.

Ближняя зона имеет радиус приближенно равный $1/6$ длины волны от источника излучения.

Дальняя зона начинается на расстоянии, равном примерно 6 длинам волн.

Промежуточная зона находится между ними.

2. Действие на биологические системы, нормирование электромагнитных полей и методы защиты от них

2.1. Действие на организм человека

Переменные электромагнитные поля способны оказывать негативное воздействие на организм человека, последствия которого зависят:

- от напряженности электрического и магнитного полей;
- от частоты излучения;
- от плотности потока энергии;
- от размера облучаемой поверхности тела человека и индивидуальных способностей его организма.

Ткани человеческого организма поглощают энергию электромагнитного поля, в результате этого происходит нагрев тела человека.

Проводящие электрический ток ткани человеческого организма (жидкие составляющие тканей, кровь и т.д.) нагреваются в результате возникновения в них вихревых токов, а непроводящие, т.е. диэлектрики (хрящи, сухожилия и т.д.) — в результате возбуждаемых электромагнитным полем колебаний молекул диэлектрика с последующей их поляризацией, происходящих с выделением тепла.

Интенсивнее всего электромагнитные поля воздействуют на органы и ткани с большим содержанием воды: мозг, желудок, желчный и мочевой пузырь, почки. При воздействии электромагнитного излучения на глаза человека возможно помутнение хрусталика (катаракта).

Как известно, человеческий организм обладает свойством терморегуляции, т. е. поддержания постоянной температуры тела. При нагреве человеческого организма в электромагнитном поле происходит отвод избыточной теплоты до плотности потока энергии $I = 10 \text{ мВт/см}^2$. Эта величина называется **тепловым порогом**, начиная с которого система терморегуляции не справляется с отводом генерируемого тепла, происходит перегрев организма человека, что негативно сказывается на его здоровье.

Воздействие электромагнитных полей с интенсивностью, меньшей

теплового порога тоже опасно для здоровья человека. Оно нарушает функции сердечно-сосудистой системы, ухудшает обмен веществ, приводит к изменению состава крови, снижает биохимическую активность белковых молекул.

При длительном воздействии на рабочих и служащих электромагнитного излучения различной частоты возникают повышенная утомляемость, сонливость или нарушение сна, боли в области сердца, торможение рефлексов и т.д.

Произошедшие под действием электромагнитных полей нарушения в организме обратимы, если в нем не произошло патологических изменений. Для этого необходимо либо прекратить контакт с излучением, либо разработать мероприятия по защите от него.

При воздействии на организм человека **постоянных магнитных и электростатических полей** с интенсивностью, превышающей безопасный уровень, могут развиваться нарушения в деятельности сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и пищеварения, возможно изменение состава крови и др. Электрические поля промышленной частоты ($f = 50$ Гц) воздействуют на мозг и центральную нервную систему.

Между человеком, находящимся в таком поле и обладающим определенным потенциалом, и металлическим проводником с меньшим потенциалом может возникнуть электрический заряд, приводящий к судорожным сокращениям мышц или иным, более тяжелым последствиям.

2.2. Нормирование

Предельно допустимые уровни облучения в диапазоне радиочастот определяются ГОСТом 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей нормируются в соответствии с СН № 1742-77. Напряженность такого поля (H) не должна превышать 8000 А/м.

Электрические поля промышленной частоты нормируются в соответствии с ГОСТом 12. 1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочих местах».

В соответствии с этим нормативным документом предельно допустимый уровень напряженности электрического поля E составляет 25 000 В/м.

В нашей стране разработаны также гигиенические нормативы для электростатических полей, электрических полей диапазона частот 1—12 кГц, магнитных полей промышленной частоты (50Гц) и др.

2.3. Методы защиты

К методам защиты следует отнести:

- рациональное размещение излучающих и облучаемых объектов, исключающее или ослабляющее воздействие излучения на персонал;
- ограничение места и времени нахождений работающих в электромагнитном поле;
- защита расстоянием, т. е. удаление рабочего места от источника электромагнитных излучений;
- уменьшение мощности источника излучений;
- использование поглощающих или отражающих экранов;
- применение средств индивидуальной защиты и некоторые др.

Из перечисленных выше методов защиты чаще всего применяют экранирование или рабочих мест, или непосредственно источника излучения.

Различают экраны:

- отражающие;
- поглощающие.

Отражающие экраны изготавливают из материалов с низким электросопротивлением, чаще всего из металлов или их сплавов (меди, латуни, алюминия и его сплавов, стали).

Весьма эффективно и экономично использовать не сплошные экраны, а изготовленные из проволочной сетки или из тонкой (толщиной 0,01—0,05 мм) алюминиевой, латунной или цинковой фольги. Хорошей экранирующей способностью обладают токопроводящие краски (в качестве токопроводящих элементов используют коллоидное серебро, порошок графит, сажу и др.), а также металлические покрытия, нанесенные на поверхность защитного материала. Экраны должны заземляться.

Защитные действия таких экранов заключаются в следующем. Под действием электромагнитного поля в материале экрана возникают вихревые токи (токи Фуко), которые наводят в нем вторичное поле. Амплитуда наведенного поля приблизительно равна амплитуде экранируемого поля, а фазы этих полей противоположны. Поэтому результирующее поле, возникающее в результате суперпозиции (сложения) двух рассмотренных полей, быстро затухает в материале экрана, проникая в него на малую глубину.

Поглощающие экраны. Их действие сводится к поглощению электромагнитных волн.

Эти экраны изготавливаются в виде эластичных и жестких пенопластов, резиновых ковриков, листов поролона или волокнистой древесины, обработанной специальным составом, а также из ферромагнитных пластин. Отраженная мощность излучения от этих экранов не превышает 4%. Например, радиопоглощающий материал «Луч», изготовленный из древесных волокон, в диапазоне длин волн излучения 0,15—1,5 м имеет отраженную мощность 1—3%.

Существуют и другие типы экранов, например, многослойные.

Экранами могут защищаться оконные проемы и стены зданий и сооружений, находящихся под воздействием электромагнитного излучения (ЭМИ).

Строительные конструкции (стены, перекрытия зданий), а также отделочные материалы (краски и т.д.) могут либо поглощать, либо отражать

электромагнитные волны.

Для защиты от электрических полей промышленной частоты, возникающих вдоль линий высоковольтных электропередач (ЛЭП), необходимо:

- увеличивать высоту подвеса проводов линий;
- уменьшать расстояние между ними;
- создавать санитарно-защитные зоны вдоль трассы ЛЭП на населенной территории.

Для индивидуальной защиты от электромагнитного излучения применяют специальные комбинезоны и халаты, изготовленные из металлизированной ткани (экранируют электромагнитные поля).

Для защиты глаз от воздействия электромагнитного излучения применяют очки марки ЗП5-90, стекла которых покрыты диоксидом олова (SnO_2), обладающим полупроводниковыми свойствами.

3. Сущность, действие на биологические системы, нормирование лазерного излучения и методы защиты от него

3.1. Сущность лазерного излучения

Особым видом электромагнитного излучения является **лазерное излучение**, которое генерируется в специальных устройствах, называемых оптическими квантовыми генераторами или лазерами. Эти устройства широко применяются в различных областях науки и техники:

- в промышленности для обработки различных материалов (получение отверстий, резка и т.д.);
- в медицине (проведение различных операций);
- в системах связи для передачи сигналов по лазерному лучу;
- для измерения расстояний;
- для получения объемных изображений предметов — голограмм и в ряде других областей.

Рубиновые лазеры излучают в оптической части спектра. Длительность

импульсов составляет от нескольких миллисекунд (мс) до сотен наносекунд (нс). Энергия одного импульса может достигать сотен джоулей при мощности в сотни мегаватт ($1\text{МВт} = 10^6\text{Вт}$). В настоящее время разработан ряд оптических квантовых генераторов, использующих различные оптические среды (фтористый кальций, вольфрамат кальция, различные газы и др.). Эти лазеры могут работать как в импульсном, так и в непрерывном режимах.

Лазерное излучение — электромагнитное излучение, генерируемое в диапазоне волн 0,2—1000 мкм. Этот диапазон делится на следующие области спектра в соответствии с биологическим действием лазерного луча:

- 0,2—0,4 мкм — ультрафиолетовая область;
- 0,4—0,75 — видимая область;
- 0,75—1,4 мкм — ближняя инфракрасная область;
- свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область.

Наиболее часто используют в технике лазеры с длинами волн, мкм: 0,34, 0,49-0,51, 0,53, 0,694, 1,06 и 10,6.

3.2 Действие на организм человека

Воздействие излучения лазера на организм человека до конца не изучено. При работе лазерных установок на организм человека могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

- мощное световое излучение от ламп накачки;
- ионизирующее излучение;
- высокочастотные и сверхвысокочастотные электромагнитные поля;
- инфракрасное излучение;
- шум и вибрация, возникающие при работе лазерных установок, и др.

При воздействии лазерного излучения на организм человека возникают различные биологические эффекты, которые зависят от энергетических и временных параметров излучения и в первую очередь:

- от энергетической экспозиции в импульсе;
- от длины волны и времени воздействия лазерного излучения;
- от вида облучаемой ткани человеческого организма и ряда других

факторов.

Таким образом, с физической точки зрения энергетическая экспозиция — это отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка, умноженное на длительность облучения.

Различают первичные и вторичные биологические эффекты, возникающие под действием лазерного излучения. *Первичные изменения* происходят в тканях человека непосредственно под действием излучения (ожоги, кровоизлияния и т.д.), а *вторичные (побочные явления)* вызываются различными нарушениями в человеческом организме, развившимися вследствие облучения.

Наиболее чувствителен к воздействию лазерного излучения глаз человека. Воздействие на него лазера может привести к ожогам сетчатки и к потере зрения.

Опасно попадание лазерного луча на кожу человека, в результате чего могут возникнуть ожоги различной степени тяжести и даже обугливание кожи.

Лазерные лучи высокой интенсивности могут вызвать поражение различных **внутренних тканей и органов человека** (в виде кровоизлияний, отеков), а также свертывания или распада крови.

3.3. Нормирование лазерного излучения

Оно производится в соответствии с СН № 2392-81 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров». Основным нормируемым параметром является энергетическая экспозиция (H , Дж/см²) облучаемых тканей за определенное время воздействия лазерного излучения. Если нормируемая величина H (предельно допустимый уровень) не превышена, то у работающих под воздействием лазерного излучения не будут вызываться первичные и вторичные биологические эффекты. Величина предельной энергетической экспозиции зависит от длины волны лазерного излучения и длительности его воздействия на работающего.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения (энергетической экспозиции) относятся к длинам волн от 0,2 до 20 мкм. Кроме того, в Санитарных нормах для длин волн от 0,4 до 1,4 мкм установлены предельно допустимые уровни энергетической экспозиции сетчатки глаза. Для видимой части спектра (0,4—0,75 мкм), кроме рассмотренных характеристик, дополнительно нормируется энергия излучения (Q, Дж) на сетчатке глаза.

3.4. Методы защиты

К основным коллективным средствам защиты от лазерного излучения относятся:

- применение защитных экранов и кожухов;
- использование телевизионных систем наблюдения за ходом технологического процесса с использованием лазера, а также систем блокировки и сигнализации;
- ограждение лазерно-опасной зоны, размеры которой определяют или расчетным, или экспериментальным путем.

Следует защищаться не только от прямого излучения лазера, но и от рассеянного и отраженного излучений.

Для измерения характеристик лазерного излучения применяются дозиметры двух типов:

- ИЛД-2М. Он обеспечивает измерение параметров лазерного излучения в спектральных диапазонах 0,49—1,15 и 2—11 мкм, он дает прямые показания измеряемых параметров при работе на длинах волн 0,53; 0,63; 0,69; 1,06 и 10,6 мкм. На остальных длинах волн (0,49— 1,15 мкм) дозиметр обеспечивает косвенные измерения;
- ЛДМ-2. Прибор предназначен для определения параметров лазерного излучения в спектральных диапазонах 0,49—1,15 и 2—11 мкм. Прямые измерения этот дозиметр осуществляет на длинах волн 0,53; 0,63; 0,69; 0,91; 1,06 и 10,6 мкм.

Для индивидуальной защиты от действия лазера обслуживающий персонал должен работать в технологических халатах, изготовленных из

хлопчатобумажной или бязевой ткани светло-зеленого или голубого цвета.

Для защиты глаз от воздействия лазера применяют очки, марки ЗП5-90. Марки стекол, применяемых для защиты глаз от воздействия лазерного излучения.

Тема 5. Ионизирующие излучения

Ионизирующие излучения — это электромагнитные излучения, которые создаются при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образуют при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

1. Виды ионизирующих излучений

В решении производственных задач имеют место разновидности ионизирующих излучений как (корпускулярные потоки альфа-частиц, электронов (бета-частиц), нейтронов) и фотонные (тормозное, рентгеновское и гамма-излучение).

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, испускаемых главным образом естественным радионуклидом при радиоактивном распаде, имеют массу 4 у.е. и заряд +2. Энергия альфа-частиц составляет 4—7 Мэв. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает 8—10 см, в биологической ткани нескольких десятков микрометров. Так как пробег альфа-частиц в веществе невелик, а энергия очень большая, то плотность ионизации на единицу длины пробега у них очень высока (на 1 см до десятка тысяч пар-ионов).

Бета-излучение — поток электронов или позитронов при радиоактивном распаде. Бета-частицы имеют массу, равную 1/1838 массы атома водорода, единичный отрицательный (бета-частица) или положительный (позитрон) заряды. Энергия бета-излучения не превышает нескольких Мэв. Пробег в воздухе составляет от 0,5 до 2 м, в живых тканях — 2—3 см. Их ионизирующая способность ниже альфа-частиц (несколько десятков пар-ионов на 1 см пути).

Нейтроны — нейтральные частицы, имеющие массу атома водорода. Они при взаимодействии с веществом теряют свою энергию в упругих (по типу взаимодействия бильярдных шаров) и неупругих столкновениях (удар шарика в подушку).

Гамма-излучение — фотонное излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер, при ядерных превращениях или при аннигиляции частиц. Источники гамма-излучения, используемые в промышленности, имеют энергию от 0,01 до 3 Мэв. Гамма-излучение обладает высокой проникающей способностью и малым ионизирующим действием (низкая плотность ионизации на единицу длины).

Рентгеновское излучение — фотонное излучение, состоящее из тормозного и (или) характеристического излучения, возникает в рентгеновских трубах, ускорителях электронов, с энергией фотонов не более 1 Мэв. Тормозное излучение — фотонное излучение с непрерывным энергетическим спектром, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц. Характеристическое излучение — это фотонное излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома. Рентгеновское излучение, так же как и гамма-излучение, имеет высокую проникающую способность и малую плотность ионизации среды.

2. Нормирование воздействий ионизирующих излучений

К основным правовым нормативам в области радиационной безопасности относятся Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.96 г., Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г., Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ от 21.11.95 г., а также Нормы радиационной безопасности (НРБ—99). Документ относится к категории санитарных правил (СП 2.6.1.758 — 99), утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 года и введен в

действие с 1 января 2000 года. Нормы радиационной безопасности включают в себя термины и определения, которые необходимо использовать в решении проблем радиационной безопасности. Они также устанавливают три класса нормативов: основные дозовые пределы; допустимые уровни, являющиеся производными от дозовых пределов; пределы годового поступления, объемные допустимые среднегодовые поступления, удельные активности, допустимые уровни загрязнения рабочих поверхностей и т. д.; контрольные уровни.

Нормирование ионизирующих излучений определяется характером воздействия ионизирующей радиации на организм человека. При этом выделяются два вида эффектов, относящихся в медицинской практике к болезням:

- детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, аномалии развития плода и др.);
- стохастические беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Обеспечение радиационной безопасности определяется следующими основными принципами:

1. Принцип нормирования — непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения.

2. Принцип обоснования — запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучения.

3. Принцип оптимизации — поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

3. Биологическое действие ионизирующих излучений

Биологическое действие радиации на живой организм начинается на клеточном уровне. Живой организм состоит из клеток. Клетка животного состоит из клеточной оболочки, окружающей студенистую массу — цитоплазму, в которой заключено более плотное ядро. Цитоплазма состоит из органических соединений белкового характера, образующих пространственную решетку, ячейки которой заполняют вода, растворенные в ней соли и относительно малые молекулы липидов — вещества, по свойствам подобные жирам. Ядро считается наиболее чувствительной жизненно важной частью клетки, а основными его структурными элементами являются хромосомы. В основе строения хромосом находится молекула диоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), в которой заключена наследственная информация организма. Отдельные участки ДНК, ответственные за формирование определенного элементарного признака, называются генами или «кирпичиками наследственности». Гены расположены в хромосомах в строго определенном порядке и каждому организму соответствует определенный набор хромосом в каждой клетке. У человека каждая клетка содержит 23 пары хромосом. При делении клетки (митозе) хромосомы удваиваются и в определенном порядке располагаются в дочерних клетках.

Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом (хромосомные aberrации), за которыми происходит соединение разорванных концов в новые сочетания. Это и приводит к изменению генного аппарата и образованию дочерних клеток, неодинаковых с исходными. Если стойкие хромосомные aberrации происходят в половых клетках, то это ведет к мутациям, т. е. появлению у облученных особей потомства с другими признаками. Мутации полезны, если они приводят к повышению жизнестойкости организма, и вредны, если проявляются в виде различных врожденных пороков. Практика показывает, что при действии ионизирующих излучений вероятность возникновения полезных мутаций мала. Однако в любой клетке обнаружены непрерывно действующие процессы исправления химических повреждений в

молекулах ДНК. Оказалось также, что ДНК достаточно устойчива по отношению к разрывам, вызываемым радиацией. Необходимо произвести семь разрушений структуры ДНК, чтобы она уже не могла восстановиться, т. е. только в этом случае происходит мутация. При меньшем числе разрывов ДНК восстанавливается в прежнем виде. Это указывает на высокую прочность генов по отношению к внешним воздействиям, в том числе и ионизирующим излучениям.

Разрушение жизненно важных для организма молекул возможно не только при прямом их разрушении ионизирующим излучением (теория мишени), но и при косвенном действии, когда сама молекула не поглощает непосредственно энергию излучения, а получает ее от другой молекулы (растворителя), которая первоначально поглотила эту энергию. В этом случае радиационный эффект обусловлен вторичным влиянием продуктов радиолиза (разложения) растворителя на молекулы ДНК. Этот механизм объясняется теорией радикалов. Повторяющиеся прямые попадания ионизирующих частиц в молекулу ДНК, особенно в ее чувствительные участки — гены, могут вызвать ее распад. Однако вероятность таких попаданий меньше, чем попаданий в молекулы воды, которая служит основным растворителем в клетке. Поэтому радиолиз воды, т. е. распад при действии радиации на водородный (H) и гидроксильный (OH) радикалы с последующим образованием молекулярного водорода и пероксида водорода, имеет первостепенное значение в радиобиологических процессах. Наличие в системе кислорода усиливает эти процессы. На основании теории радикалов главную роль в развитии биологических изменений играют ионы и радикалы, которые образуются в воде вдоль траектории движения ионизирующих частиц.

Высокая способность радикалов вступать в химические реакции обуславливает процессы их взаимодействия с биологически важными молекулами, находящимися в непосредственной близости от них. В таких реакциях разрушаются структуры биологических веществ, а это в свою очередь приводит к изменениям биологических процессов, включая процессы образования новых

клеток.

4. Последствия облучения людей ионизирующим излучением

Когда мутация возникает в клетке, то она распространяется на все клетки нового организма, образовавшиеся путем деления. Помимо генетических эффектов, которые могут сказываться на последующих поколениях (врожденные уродства), наблюдаются и так называемые соматические (телесные) эффекты, которые опасны не только для самого данного организма (соматическая мутация), но и его потомства. Соматическая мутация распространяется только на определенный круг клеток, образовавшихся путем обычного деления из первичной клетки, претерпевшей мутацию.

Соматические повреждения организма ионизирующим излучением являются результатом воздействия излучения на большой комплекс — коллективы клеток, образующих определенные ткани или органы. Радиация тормозит или даже полностью останавливает процесс деления клеток, в котором собственно и проявляется их жизнь, а достаточно сильное излучение в конце концов убивает клетки. Разрушительное действие излучения особенно заметно проявляется в молодых тканях. Это обстоятельство используется, в частности, для защиты организма от злокачественных (например, раковых опухолей) новообразований, которые разрушаются под воздействием ионизирующих излучений значительно быстрее доброкачественных клеток. К соматическим эффектам относят локальное повреждение кожи (лучевой ожог), катаракту глаз (помутнение хрусталика), повреждение половых органов (кратковременная или постоянная стерилизация) и др.

В отличие от соматических генетические эффекты действия радиации обнаружить трудно, так как они действуют на малое число клеток и имеют длительный скрытый период, измеряемый десятками лет после облучения. Такая опасность существует даже при очень слабом облучении, которое хотя и не разрушает клетки, но способно вызвать мутации хромосом и изменить

наследственные свойства. Большинство подобных мутаций проявляется только в том случае, когда зародыш получает от обоих родителей хромосомы, поврежденные одинаковым образом. Результаты мутаций, в том числе и смертность от наследственных эффектов — так называемая генетическая смерть, наблюдались задолго до того, как люди начали строить ядерные реакторы и применять ядерное оружие. Мутации могут быть вызваны космическими лучами, а также естественным радиационным фоном Земли, на долю которого по оценкам специалистов приходится 1 % мутаций человека.

Установлено, что не существует минимального уровня радиации, ниже которого мутации не происходит. Общее количество мутаций, вызванных ионизирующим излучением, пропорционально численности населения и средней дозе облучения. Проявление генетических эффектов мало зависит от мощности дозы, а определяется суммарной накопленной дозой независимо от того, получена она за 1 сутки или 50 лет. Полагают, что генетические эффекты не имеют дозового порога. Генетические эффекты определяются только эффективной коллективной дозой человеко-зиверты (чел-Зв), а выявление эффекта у отдельного индивидуума практически непредсказуемо. В отличие от генетических эффектов, которые вызываются малыми дозами радиации, соматические эффекты всегда начинаются с определенной пороговой дозы: при меньших дозах повреждения организма не происходит. Другое отличие соматических повреждений от генетических заключается в том, что организм способен со временем преодолевать последствия облучения, тогда как клеточные повреждения необратимы.

5. Обеспечение безопасности при работе с ионизирующими излучениями

Все работы с радионуклидами правила подразделяют на два вида: на работу с закрытыми источниками ионизирующих излучений и работу с открытыми радиоактивными источниками.

Закрытыми источниками ионизирующих излучений называются любые

источники, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны. *Открытые источники ионизирующих излучений* способны загрязнять воздух рабочей зоны. Поэтому отдельно разработаны требования к безопасной работе с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений на производстве.

Обеспечение радиационной безопасности требует комплекса многообразных защитных мероприятий, зависящих от конкретных условий работы с источниками ионизирующих излучений, а также от типа источника.

Главной опасностью закрытых источников ионизирующих излучений является внешнее облучение, определяемое видом излучения, активностью источника, плотностью потока излучения и создаваемой им дозой облучения и поглощенной дозой. Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении закрытых источников, основаны на знании законов распространения ионизирующих излучений и характера их взаимодействия с веществом. Главные из них следующие.

1. Доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности излучения и времени действия.

2. Интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в них в единицу времени, и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника.

3. Интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Из этих закономерностей вытекают основные принципы обеспечения радиационной безопасности:

Уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); сокращение времени работы с источниками (защита временем); увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения (защита экранами).

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает

мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивного вещества в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с малыми активностями.

Защита расстоянием — достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами — наиболее эффективный способ защиты от излучений. В зависимости от вида ионизирующих излучений для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Лучшими экранами для защиты от рентгеновского и гамма-излучений являются материалы с большим Z , например свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, баритобетона, железобетона и воды.

По своему назначению защитные экраны условно разделяются на пять групп:

1. Защитные экраны-контейнеры, в которые помещаются радиоактивные препараты. Они широко используются при транспортировке радиоактивных веществ и источников излучений.

2. Защитные экраны для оборудования. В этом случае экранами, полностью окружают все рабочее оборудование при положении радиоактивного препарата в рабочем положении или при включении высокого (или ускоряющего) напряжения на источнике ионизирующей радиации.

3. Передвижные защитные экраны. Этот тип защитных экранов применяется для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны.

4. Защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т. д.). Такой вид защитных экранов предназначается для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории.

5. Экраны индивидуальных средств защиты (щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.).

Защита от открытых источников ионизирующих излучений предусматривает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, связанного с возможным проникновением радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения или через кожу. Все виды работ с открытыми источниками ионизирующих излучений разделены на 3 класса. Чем выше класс выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения. Способы защиты персонала при этом следующие.

1. Использование принципов защиты, применяемых при работе с источниками излучения в закрытом виде.

2. Герметизация производственного оборудования с целью изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду.

3. Мероприятия планировочного характера. Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других помещений и участков, имеющих иное функциональное назначение. Помещения для работ I класса должны размещаться в отдельных зданиях или изолированной части здания, имеющей отдельный вход. Помещения для работ II класса должны размещаться изолированно от других помещений; работы III класса могут проводиться в отдельных, специально выделенных комнатах.

4. Применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование специальных защитных материалов.

5. Использование средств индивидуальной защиты персонала. Все средства индивидуальной защиты, используемые для работы с открытыми источниками, разделяются на пять видов: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы, дополнительные защитные приспособления.

6. Выполнение правил личной гигиены. Эти правила предусматривают личностные требования к работающим с источниками ионизирующих излучений: запрещение курения в рабочей зоне, тщательная очистка (дезактивация) кожных покровов после окончания работы, проведение дозиметрического контроля загрязнения спецодежды, спецобуви и кожных покровов. Все эти меры предполагают исключение возможности проникновения радиоактивных веществ внутрь организма.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. Количество вариантов заданий зависит от числа обучающихся.

а) оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Формы отчетности

1. Конспект, обсуждение.
2. Защита реферата.
3. Словарь.

б) оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме контрольного среза знаний.

Примерные варианты заданий

Вариант 1

Среда обитания и жизнедеятельность человека

Основные понятия электробезопасности

Действие шума на биологические системы

Вариант 2

Негативные физические факторы в системе «человек – среда обитания»

Воздействие электрического тока на биологические системы

Действие ультра и инфразвука на биологические системы

Вариант 3

Допустимые воздействия вредных физических факторов на биологические системы

Защитные средства в электроустановках

Действие вибрации на биологические системы

в) оценочные средства для итоговой аттестации

Вопросы к зачету

1. Среда обитания и жизнедеятельность человека
2. Негативные физические факторы в системе «человек – среда обитания»
3. Допустимые воздействия вредных физических факторов на биологические системы
4. Основные понятия электробезопасности
5. Воздействие электрического тока на биологические системы
6. Защитные средства в электроустановках
7. Молниезащита
8. Действие шума, ультра и инфразвука, вибрации на биологические системы
9. Основные методы борьбы с шумом, ультра и инфразвуком, вибрацией
10. Сущность, физические характеристики электромагнитных полей

11. Действие на биологические системы, нормирование электромагнитных полей и методы защиты от них

12. Сущность, действие на биологические системы, нормирование лазерного излучения и методы защиты от него

13. Основные характеристики ионизирующих излучений

14. Действие на биологические системы, нормирование ионизирующих излучений

15. Защита от действия ионизирующих излучений

г) учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

г) учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Подготовка докладов по вопросам, предложенным для самостоятельного изучения в теоретической части практических занятий. Подготовка ведется к каждому практическому занятию.

Методические рекомендации: подготовка ведется с использованием текста лекции по соответствующей теме, с использованием учебников и учебных пособий, указанных в списке литературы.

Кроме того, студентам предлагается подготовить ответы на проблемные вопросы.

Методические рекомендации. Практически в каждом занятии содержатся проблемные вопросы, требующие творческого подхода в их освещении и особо тщательной подготовки. Они не являются обязательными для всех студентов, однако практически всегда оказываются освещенными в ходе занятия. Рекомендуется начинать подготовку к ответу на подобные вопросы в ходе выполнения домашнего задания, то есть заранее. Для желающих расширить предлагаются дополнительные задания для самостоятельной подготовки.

Форма отчетности: защита на практическом занятии аргументированного ответа на вопрос.

1. Подготовка рефератов:

Методические рекомендации.

Написание реферата является

- одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов;

- одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения студентов, - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами. При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

Основные задачи студента при написании реферата:

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ-обоснование преимуществ той точки зрения по рассматриваемому вопросу, с которой Вы солидарны.

Структура реферата.

1. Начинается реферат с титульного листа.

2. За титульным листом следует Содержание. Содержание - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. Текст реферата. Он делится на три части: введение, основная часть и заключение.

а) Введение - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) Основная часть - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как

цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует «перегружать» текст.

в) Заключение - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые «высветились» в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.

4. Литература. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников. Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Объем и технические требования, предъявляемые к выполнению реферата.

Объем работы должен быть, как правило, не менее 12 и не более 20 страниц. Работа выполняется как в письменном, так и в машинописном варианте по выбору студента. Если выбор пал на печатный текст, то он выполняется через полуторный интервал 14 шрифтом, размеры оставляемых полей: левое - 25 мм, правое - 15 мм, нижнее - 20 мм, верхнее - 20 мм. Страницы должны быть пронумерованы.

Расстояние между названием части реферата или главы и последующим текстом должно быть равно трем интервалам. Фразы, начинающиеся с «красной» строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки, равным 1 см.

При цитировании необходимо соблюдать следующие правила:

- текст цитаты заключается в кавычки и приводится без изменений, без произвольного сокращения цитируемого фрагмента (пропуск слов, предложений или абзацев допускается, если не влечет искажения всего фрагмента, и

обозначается многоточием, которое ставится на месте пропуска) и без искажения смысла;

- каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов.

Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснованна;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;
- соблюдение объема работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.

Реферат должен быть сдан для проверки в установленный срок.

Форма отчетности: защита реферата

Примерная тематика рефератов:

1. Физически опасные факторы и их воздействие на человека и окружающую среду
2. Защита от негативных физических факторов.
3. Факторы производственной среды, влияющие на биологические

системы.

4. Молниезащита зданий и сооружений
5. Характер воздействия электрического тока на биологические системы
6. Нормы радиационной безопасности
7. Основные проблемы при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения
8. Влияние на биологические системы электромагнитных полей и лазерного излучения
9. Вибрация, ее влияние на биологические системы
10. Влияние на биологические системы ультра- и инфра звука
11. Влияние на биологические системы производства шума

6. Терминологический словарь

Адсорбция — поглощение газов и паров поверхностью твердого тела, называемого адсорбентом, под действием сил молекулярного притяжения.

Активностью называется мера количества радиоактивного вещества, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. Единица измерения активности в системе Си - расп/с = беккерель (Бк), внесистемная - кюри (Ки).

Альфа (α) - излучение представляет собой поток ядер гелия, обладающих большой скоростью.

Бета-излучение представляет собой поток электронов (β^- -излучение, или, чаще всего, просто β -излучение) или позитронов (β^+ -излучение), возникающих при радиоактивном распаде.

Биологический эквивалент рентгена (1 бэр) — это количество энергии любого вида излучения, поглощенного в биологической ткани, биологическое действие которого эквивалентно действию 1 рад рентгеновского или гамма-излучения.

Вибрация — это совокупность механических колебаний, простейшим видом которых являются гармонические.

Гамма-излучение (γ -излучение) представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны.

Диэлектриками называют вещества, практически не проводящие электрического тока.

Дозой излучения называется часть энергии, переданная излучением веществу и поглощенная им.

Звуковое давление — это дополнительное давление, возникающее в газе или жидкости при нахождении там звуковой волны.

Интенсивности звука — это количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени через единицу площади поверхности, нормальной (расположенной под углом 90°) к направлению распространения волны.

Инфразвук — это область акустических колебаний в диапазоне ниже 20 Гц.

Ионизирующими называют излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков (ионы).

Лазерное излучение — электромагнитное излучение, генерируемое в диапазоне волн 0,2—1000 мкм.

Направление электрического тока - условно принимаемое направление, противоположное направлению движения отрицательных зарядов. Виды тока: - **постоянный** (по величине и направлению), если за любые равные промежутки времени через поперечное сечение проводника проходят одинаковые заряды. Обозначают буквой **I**. За единицу тока в системе СИ принят ампер (А); - **переменный** – это такой ток, сила или направление которого (или и то и другое) изменяются во времени; - **пульсирующий** - ток, изменяющийся только по величине.

Нейтронное излучение представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия различных

опасных и вредных производственных факторов физической природы (шум, вибрация, ультра- и инфразвук, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и т.д.).

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией (ослаблением) свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках.

Тепловое излучение - процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волны, обусловленный тепловым движением атомов или молекул излучающего тела.

Теплопроводность - перенос тепла вследствие беспорядочного (теплого) движения микрочастиц (атомов, молекул или электронов), непосредственно соприкасающихся друг с другом;

Термоэлектронная эмиссия - выход электронов из металла под действием теплового движения (при нагреве).

Фазное напряжение — это напряжение между началом и концом одной обмотки источника тока (трансформатора, генератора) или между фазным и нулевым проводами.

Шум — это сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Электрическая дуга – это длительный самостоятельный электрический разряд в газах, поддерживающийся за счет термоэлектронной эмиссии с отрицательно заряженного электрода — катода.

Электрический ток – это всякое упорядоченное движение носителей зарядов. В металлах носителями зарядов являются **электроны** (отрицательно заряженные частицы с элементарным зарядом).

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма электрическим током, проходящим через него, сопровождающееся судорожными сокращениями мышц тела.

Электромагнитное поле - совокупность электрического и магнитного

полей, неразрывно связанных друг с другом.

Электромагнитные волны — это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитного полей.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Данилов-Данильян В. И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект [Текст] : учеб. пособие / В. И. Данилов-Данильян, М. Ч. Залиханов, К. С. Лосев, 2007. - 288 с.
2. Гора Е. П. Экология человека [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Е. П. Гора, 2007. - 540 с.

б) дополнительная литература:

1. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность [Текст] : учеб. пособие / В. А. Алексеенко, Л. П. Алексеенко, 2002. - 212 с.
2. Гора Е. П. Экология человека [Текст] : практикум : учеб. пособие для студентов вузов / Е. П. Гора, 2008. - 127 с.
3. Прохоров Б. Б. Экология человека [Текст] : учеб. для студентов вузов / Б. Б. Прохоров, 2005.
4. Журналы «ОБЖ», «БЖД», «Гражданская защита».

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами, логика освоения курса представлена в рабочей программе, хранящейся на кафедре безопасности жизнедеятельности БИ СГУ, аннотация программы представлена на сайте вуза www.bfsgu.ru.

Учебное издание

Авторы–составители
О.В. Бессчетнова, Л.В. Кашицына

**Основы воздействия физических факторов среды
на биологические системы**

Учебное пособие к курсу
для студентов направления подготовки 201000 «Биотехнические системы и
технологии» профиля подготовки «Биомедицинская инженерия»
квалификации (степень) выпускника – бакалавр

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского