

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства"
(ПГУАС)

Овчаренков Э.А, Хурнова Л.М.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рекомендовано редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлениям подготовки
07.03.01 «Архитектура», 07.03.04 «Градостроительство»,
21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Пенза 2020

УДК 614.8(07)
ББК 68.9я73
О-35

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», д.т.н., профессор Н.Н. Вершинин (ПГУ);
к.т.н., доцент кафедры «Инженерная экология» Щепетова В.А. (ПГУАС)

Овчаренков Э.А.

О-35 Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура», 07.03.04 «Градостроительство», 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» / Э.А. Овчаренков, Л.М. Хурнова. – Пенза: ПГУАС, 2020. – 156 с.

Рассмотрены негативные факторы деятельности в сфере архитектуры, градостроительства, землеустройства и кадастра, которые должны учитываться на этапе проектирования при разработке мер защиты. Раскрыты также поражающие факторы характерных ЧС и способы защиты от них.

Пособие подготовлено на кафедре «Инженерная экология» и предназначено для направлений подготовки 07.03.01 «Архитектура», 07.03.04 «Градостроительство», 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2020
© Овчаренков Э.А., Хурнова Л.М., 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие разработано в соответствии с программой подготовки бакалавров по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» по направлению 07.03.01 «Архитектура», 07.03.04 «Градостроительство», 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Рассмотрены негативные факторы производственной среды, селитебной зоны, поражающие факторы чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Рассмотрение их физической сущности и опасности позволяет наметить способы и средства защиты персонала и населения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность использовать приёмы оказания первой помощи, методы защиты в условиях ЧС.

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать: основные методы защиты персонала от негативных факторов производственной среды поражающих факторов ЧС.

Уметь: пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты в условиях ЧС, оказывать первую помощь.

Владеть: способами оценки химической, радиационной, пожарной обстановки в условиях ЧС мирного и военного времени.

Иметь представление: о действиях спасателей в условиях ЧС природного и техногенного характера.

– владение знаниями о природных системах и искусственной среде, системе жизнеобеспечения городов и поселений необходимыми для формирования градостроительной политики.

Знать: негативные факторы городской и природной среды обитания.

Уметь: проводить расчёты систем жизнеобеспечения городов и поселений.

Владеть: знаниями об окружающей среде в системе жизнеобеспечения, необходимыми для формирования градостроительной политики.

Иметь представление: о последствиях применения современных средств поражения.

– способность к самоорганизации и самообразованию.

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать: негативные факторы производства и окружающей среды.

Уметь: организовывать и проводить исследование источников и причин появления негативных факторов производства и мер по их снижению.

Владеть: способами исследования основных негативных факторов производства и окружающей среды (путём самообразования).

Иметь представление: о перспективных методах исследования негативных факторов производства и окружающей среды (используя сеть «Интернет» и другие источники информации).

– готовность использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать: применение основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.

Уметь: проводить оценку последствий ЧС мирного и военного времени.

Владеть: методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ЧС в окружающей среде.

Иметь представление: о действиях спасателей в условиях ЧС природного и техногенного характера населённых мест.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время независимо от сферы деятельности на работников воздействуют те или иные негативные факторы как в обычной обстановке так и в условиях ЧС. Более того, негативному воздействию подвержено и население (находящееся вне производственной деятельности).

Для студентов (будущих специалистов) необходимо знать физические свойства негативных факторов производства и среды обитания для принятия мер защиты персонала и населения.

Эти меры защиты (способы и средства), описанные в данном пособии, архитекторы и градостроители (в своей предстоящей деятельности) должны предусматривать уже на этапе проектирования, а землеустроители и кадастровые специалисты – в своей профессиональной деятельности при проведении землеустроительных и кадастровых работ.

1. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

1.1. Законодательство об охране труда

К законодательным актам относятся Конституция Российской Федерации и законы, принимаемые Государственной Думой, а к подзаконным – указы Президента, постановления Правительства РФ, краевых, областных и городских Законодательных Собраний, а также нормативно-правовые акты других исполнительных органов. По поручению Правительства РФ подзаконные акты могут разрабатываться директивными органами, т.е. отдельными министерствами, федеральными службами (например, Министерством природных ресурсов и экологии, Министерством труда и социальной защиты и др.). На базе подзаконных актов разрабатываются различные положения, инструкции, правила, устанавливающие принципы организации работ по обеспечению жизнедеятельности.

Среди законодательных актов, направленных на обеспечение охраны труда, следует отметить законы РФ: «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О предприятиях и предпринимательской деятельности», «О защите прав потребителей» и др. Но основным является Федеральный закон «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ.

Важную роль в государственных нормативных требованиях охраны труда выполняют федеральные законы «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ, «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ, «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 24.07.1998 № 125-ФЗ.

Нормативно-техническая документация по охране труда включает в себя:

1. Федеральные нормы правила по технике безопасности и производственной санитарии.
2. Санитарные нормы (СН).
3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
4. Инструкции по охране труда для рабочих и служащих.

Правила по охране труда подразделяются на единые, межотраслевые и отраслевые.

Единые правила распространяются на все отрасли народного хозяйства. Они закрепляют важнейшие гарантии обеспечения безопасности и гигиены труда, которые одинаковы для всех отраслей народного хозяйства. Межотраслевые правила закрепляют важнейшие гарантии обеспечения

безопасности и гигиены труда в нескольких отраслях, либо в отдельных видах производств, либо в отдельных видах работ (например, на отдельных типах оборудования во всех отраслях народного хозяйства).

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) содержит государственные стандарты и стандарты предприятий. Она представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасных условий труда, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Стандарты предприятий по безопасности труда разрабатываются непосредственно на предприятии и согласовываются с профсоюзным комитетом. Они регламентируют принципы работы по обеспечению безопасности труда; организацию контроля условий труда; надзор за установками повышенной опасности; обучение работающих безопасным методам и приемам труда; аттестацию лиц, обслуживающих установки повышенной опасности, порядок специальной оценки рабочих мест по условиям труда на предприятиях и т.п.

Инструкции по охране труда делятся на типовые (для рабочих основных профессий отраслей) и действующие (в масштабах предприятия, организации или учреждения).

Таким образом, вышеперечисленные документы регулируют взаимоотношения работников и работодателей в области охраны труда.

1.2. Права и обязанности работников и работодателей согласно Трудовому кодексу Российской Федерации

Не касаясь детального рассмотрения, отметим лишь вопросы, касающиеся гарантий работника на охрану труда, обязанностей работника и работодателя по охране труда.

Каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с законодательством РФ;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты работников в соответствии с требованиями охраны труда за счёт средств работодателя;

- обучение безопасным методам и приемам труда за счёт средств работодателя;

- профессиональную переподготовку за счёт средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

- запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте органами государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда или органами общественного контроля за соблюдением требований охраны труда;

- обращение в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;

- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или его профессионального заболевания;

- внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанного медицинского осмотра;

- компенсации, установленные законодательством РФ и законодательством субъектов РФ, коллективным договором (соглашением), трудовым договором (контрактом), если он занят на тяжелых работах и работах с вредными или опасными условиями труда.

Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, при осуществлении технологических процессов, а также соответствие требованиям безопасности применяемых в производстве сырья и материалов;

- применение СИЗ работников;

- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;

- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством;

- приобретение за счёт собственных средств и выдачу специальной одежды, обуви и других СИЗ;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение инструктажа по охране труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение за счёт собственных средств обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров;
- недопущение работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения медосмотров или в случае медицинских противопоказаний;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах;
- предоставление органам государственного управления охраной труда, органам госнадзора и контроля информации и документов (необходимых);
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций;
- расследование несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников;
- беспрепятственный допуск должностных лиц органов госуправления охраной труда, органов госнадзора и контроля за соблюдением требований охраны труда;
- выполнение предписаний должностных лиц органов госнадзора и контроля за соблюдением требований охраны труда;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда.

Работник обязан:

- а) соблюдать требования охраны труда;
- б) правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- в) проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда;
- г) немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния здоровья, в том числе о проявлении признаков острого

профессионального заболевания (отравления);

д) проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования).

1.3. Система управления охраной труда

Требования к структуре и содержанию Положения о системе управления охраной труда (СУОТ) регламентированы приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.08.2016 № 438н.

СУОТ на предприятии предусматривает участие в ней всех представителей администрации, начиная от бригадиров и мастеров, кончая главным инженером и директором. Каждый в пределах своих должностных обязанностей отвечает за обеспечение безопасности труда. Кроме того, ряд подразделений выполняет специальные функции управления охраной труда. Примерный перечень задач таких подразделений приведен в табл. 1.1.

Важнейшей функцией СУОТ является улучшение деятельности в сфере охраны труда, что достигается реализацией функций планирования, организации, контроля и анализа, а также принятия управленческих решений.

Основными видами контроля охраны труда являются [1]:

- оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;
- паспортизация условий труда;
- контроль требований безопасности труда при аттестации рабочих мест;
- контроль, осуществляемый службой охраны труда предприятия;
- ведомственный контроль, осуществляемый вышестоящими организациями;
- контроль органами госнадзора и технической инспекцией труда.

Оперативный контроль выполняется администрацией на всех уровнях ежедневно в масштабах руководимых ею подразделений, групп, бригад. Особая роль при этом принадлежит мастерам и бригадирам, осуществляющим перед началом работ проверку соответствия требованиям безопасности оборудования, средств защиты, инструмента, приспособлений, организации рабочих мест, а в процессе труда – контроль за применением безопасных приёмов труда.

Таблица 1.1

Примерный перечень структурных подразделений и служб, занимающихся реализацией задач по управлению охраной труда

Задачи управления охраной труда	Головные подразделения	Участники исполнения
1	2	3
Обучение работающих по безопасности труда	ОТО	ООТ, ОГМ, ОГЭ, РП
Пропаганда вопросов охраны труда	ООТ	РП
Обеспечение безопасности производственного оборудования: Выпускаемого, эксплуатируемого	ОГК ОГМ, ОГЭ	ОТК РП, ООТ, ПК, ОГМетр, СПЛ
Обеспечение безопасности производственных процессов	ОГТ	ООТ, ПК, ОГМ, РП, СПЛ, ОГМетр
Обеспечение безопасного состояния зданий и сооружений: строящихся эксплуатируемых	ОКС ОГМ	ООТ, ОМТС РП, ИТБ
Нормализация санитарно- гигиенических условий труда	РП	ЛНОТиУ, ООТ, ПК, СПЛ, огт, ОГЭ, МСЧ
Обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты	ОМТС	РП, ООТ, ПК
Обеспечение оптимальных режимов труда и отдыха	ООТиЛНОТиУ	РП, ООТ, ПК
Организация лечебно-профилактического обслуживания работающих	МСЧ	РП, ПК, оот
Санитарно-бытовое обслуживание работающих	РП	оот, омтс, ОКС, ПК
Профессиональный отбор работающих отдельных специальностей	ОК	ЛНОТиУ, МСЧ

Примечание: ООТ – отдел охраны труда, ЛНОТиУ- лаборатория научной организации труда и управления; МСЧ – медсанчасть; ПК – профком; РП – руководитель предприятия; ОГМ – отдел главного механика; ОГТ – отдел главного технолога; ОМТС – отдел материально-технического снабжения; ОГК – отдел главного конструктора; ОКС – отдел капитального строительства; ОЗП – отдел заработной платы; СПЛ – санитарно-промышленная лаборатория; ОТО – отдел технического обучения; ОК – отдел кадров; ОГЭ – отдел главного энергетика; ОГМетр – отдел главного метролога; ОТК – отдел технического контроля; ИТБ – инженер по технике безопасности (по пожарной безопасности).

Паспортизация санитарно-технического состояния условий труда проводится, как правило, ежегодно.

Целью паспортизации является контроль условий труда на рабочих местах. В ходе паспортизации выявляется соответствие уровней вредных производственных факторов установленным нормативным значениям, определяемым исходя из требований стандартов ССБТ, санитарных и гигиенических норм, а также СНиП (по условиям труда по освещению, воздухообмену, температуре, влажности и др.).

Ведение паспортов возлагается на руководителей подразделений.

С 1985 года в промышленности в широких масштабах ведётся аттестация рабочих мест, а с 2014 года – специальная оценка рабочих мест по условиям труда (СОУТ), в рамках которой наряду с оценкой технического уровня оснащения рабочих мест и их организации проводится:

- определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на этих рабочих местах;
- оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах;
- предоставление льгот и компенсаций за работу с вредными и тяжелыми условиями труда;
- разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

По результатам проверки соответствия рабочего места требованиям безопасности заполняется карта рабочего места по условиям труда, в которой фиксируются нормативное и действительное значения параметров, характеризующих условия труда, величина отклонения их от нормы, наличие тяжелого физического и монотонного труда, соответствие требованиям безопасности средств коллективной и индивидуальной защиты, соответствие требованиям безопасности оборудования и технологических процессов.

Контроль тяжелых, особо тяжелых, вредных и особо вредных условий труда является одной из важнейших задач администрации при паспортизации условий труда и специальной оценке рабочих мест. Это связано с наличием целого ряда льгот и компенсаций, положенных лицам, занятым на этих работах (увеличенный срок отпуска, сокращённый рабочий день, доплаты к зарплате, право на получение молока или лечебно-профилактического питания, льготная пенсия и др.).

Правильность проведения СОУТ мест контролируется Главной государственной экспертизой условий труда при Министерстве труда и социальной защиты РФ, которой предоставлено право выносить заключения о характере условий труда и давать администрации представления о приостановлении действий её решений по льготному пенсионному обеспечению и дополнительным отпускам, как не соответствующих законодательству.

Вышестоящие органы организуют ведомственный контроль за внедрением и соблюдением стандартов ССБТ.

Государственный надзор за выполнением требований охраны труда осуществляет специальные органы: Федеральная инспекция труда, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Госпожнадзор МЧС Российской Федерации, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и др.

На предприятиях, как правило, имеется служба или отдел охраны труда (ООТ), который находится в подчинении главного инженера.

Этот отдел (служба и т.п.) выполняет следующие функции:

а) осуществляет контроль за соблюдением законодательства о труде руководителями подразделений;

б) разрабатывает мероприятия по созданию безопасных условий труда, проводит инструктаж и обучение по технике безопасности;

в) принимает участие в работе комиссий по расследованию причин несчастных случаев и аварий, по проверке знаний ИТР по технике безопасности, по рассмотрению проектов ремонта, реконструкции зданий и сооружений;

г) обеспечивает наглядную агитацию, видео- и звукоинформацию по вопросам охраны труда (витрины, уголки, стенды, плакаты и др.);

д) ведёт учёт и отчётность по несчастным случаям и авариям.

Важную роль в охране труда играют инструктажи. Допуск на работу без предварительного инструктажа категорически запрещается.

Виды инструктажа:

– вводный инструктаж (проводит инженер по охране труда или должностное лицо, назначенное приказом);

– первичный инструктаж (проводит руководитель структурного подразделения непосредственно на рабочем месте);

– повторный инструктаж (проводится один раз в квартал или в полгода);

– текущий (целевой) инструктаж (проводится перед разовыми работами, а также работами повышенной опасности, на которые оформляется наряд-допуск);

– внеочередной (внеплановый) инструктаж (проводится в случае изменения технологического процесса, при принятии новых требований в сфере безопасности, при выявлении нарушений в рамках производственного контроля, если произошёл несчастный случай или авария).

Таким образом, система контроля за охраной труда и инструктирование направлены на обеспечение безопасных и комфортных условий трудовой деятельности.

1.4. Порядок расследования несчастных случаев на производстве

Постановление Минтруда России от 24.10.2002 № 73 «Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» определяет порядок и формы документов расследования несчастных случаев.

Расследуются и подлежат учёту как несчастные случаи на производстве: травма; острое отравление; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы насекомых и пресмыкающихся; телесные повреждения, нанесённые животными; повреждения, полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других ЧС, если они произошли:

- в течение рабочего времени;
- при следовании на работу и с работы на транспорте предприятия;
- при следовании к месту командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве к месту работы в качестве сменщика;
- при привлечении работника в установленном порядке к участию в ликвидации последствий катастрофы, аварии и других ЧП;
- при осуществлении работником действий в интересах работодателя или направленных на предотвращение аварии или несчастного случая.

О каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, пострадавший или очевидец несчастного случая извещает непосредственного руководителя работ.

Руководитель работ обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- сообщить работодателю о происшедшем несчастном случае;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации;
- сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, или зафиксировать сложившуюся обстановку.

Для расследования несчастного случая на производстве работодатель незамедлительно создаёт комиссию в составе не менее 3-х человек. В состав комиссии включаются: специалист по охране труда, представители работодателя, представители профоргана. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченное им лицо. Состав комиссии утверждается работодателем.

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве проводится комиссией в течение трех дней. Комиссия выявляет и опрашивает очевидцев происшествия несчастного случая, лиц, допустивших нарушения требований по охране труда, получает необходимую информацию от работодателя и по возможности объяснения от пострадавшего. На основании собранных данных и материалов комиссия устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, определяет, был ли пострадавший в момент несчастного случая связан с производственной деятельностью, объяснялось ли его нахождение в месте происшествия исполнением им трудовых обязанностей, и квалифицирует несчастный случай, определяет лиц, допустивших нарушения требований безопасности и охраны труда, законодательных и других правовых актов, и меры по устранению причин и предупреждению несчастных случаев на производстве.

Результаты расследования каждого несчастного случая рассматриваются работодателем с участием профсоюзного работника для принятия решений, направленных на профилактику и предупреждение несчастных случаев на производстве.

При групповом несчастном случае на производстве (два и более человек), тяжелом несчастном случае на производстве, несчастном случае на производстве со смертельным исходом работодатель **в течение суток** по форме, установленной Министерством труда и социального развития РФ, обязан сообщить :

- в госинспекцию труда по субъекту РФ;
- в прокуратуру по месту происшествия;
- в орган исполнительной власти субъекта РФ;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в территориальное объединение профсоюзов;
- в территориальный орган Госнадзора;
- в случае острого отравления – в территориальный орган санитарно-эпидемиологической службы РФ.

Для расследования группового, тяжелого несчастного случая на производстве и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно входят: госинспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ, представитель территориального объединения профсоюзов. Состав комиссии утверждает работодатель. Возглавляет комиссию государственный инспектор по охране труда. Расследование проводится в течение 15 дней.

При групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии входят также представители Федеральной инспекции труда при Министерстве труда и социального развития РФ, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлеж-

ности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор по охране труда по субъекту РФ.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством РФ.

В результате расследования комиссия формирует следующие документы:

- приказ о создании комиссии по расследованию несчастного случая;
- планы, схемы, эскизы, фото- или видеоматериалы места происшествия;
- документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;
- выписки из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда;
- протоколы опросов, объяснения пострадавших, очевидцев несчастного случая и должностных лиц;
- экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;
- медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причинённого здоровью пострадавшего, или о причине смерти пострадавшего, а также о нахождении пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения;
- копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему спецодежды, спецобуви и других СИЗ;
- выписки из ранее выданных на данном производстве предписаний госинспекторов по охране труда, должностных лиц территориального органа госнадзора, представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений требований по охране труда;
- другие материалы по усмотрению комиссии.

По результатам расследования комиссия составляет акт о расследовании по форме Н-1с приложением к акту подтверждающих документов.

В акте по форме Н-1 должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая на производстве, а также указаны лица, допустившие нарушения требований по охране труда.

Работодатель в 3-дневный срок после утверждения акта по форме Н-1 обязан выдать один экземпляр пострадавшему или (в случае его смерти) его родственникам; 2-й экземпляр акта вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет в организации по основному месту работы пострадавшего на момент несчастного случая.

В основу государственной политики в области охраны труда положен принцип профилактики, что осуществляется системой правовых актов, контролем и надзором, проведением инструктажей.

Каждый несчастный случай на производстве подлежит расследованию, оформлению и учету.

2. НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Опасные и вредные факторы. Аксиома о потенциальной опасности

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

Человек подвергается воздействию опасностей и в своей трудовой деятельности. Эта деятельность осуществляется в пространстве, называемом производственной средой. В условиях производства на человека в основном действуют техногенные, т.е. связанные с техникой, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Травма – это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. Травма является результатом несчастного случая на производстве, под которым понимают случай «действия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ».

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*.

К опасным производственным факторам следует отнести, например [1]:

- электрический ток определенной силы;
- расплавленные и раскаленные материалы;
- возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

К вредным производственным факторам относятся:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений и др.

Четкой границы между опасным и вредным производственными факторами часто не существует. Рассмотрим в качестве примера воздействие на работающего расплавленного металла. Если человек попадает под его непосредственное воздействие (термический ожог), это приводит к тяжелой травме и может закончиться смертью пострадавшего. В этом случае воздействие расплавленного металла на работающего является согласно определению опасным производственным фактором.

Если же человек, постоянно работая с расплавленным металлом, находится под действием лучистой теплоты, излучаемой этим источником, то под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Кроме того, длительное воздействие инфракрасных лучей вредно влияет на органы зрения — приводит к помутнению хрусталика. Таким образом, во втором случае воздействие лучистой теплоты от расплавленного металла на организм работающего является вредным производственным фактором.

Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называется безопасностью труда. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства имеет и другое название – **охрана труда**. В настоящее время последний термин считается устаревшим, хотя вся специальная отечественная литература, изданная приблизительно до 1990 г., использует именно его.

Охрана труда определялась как система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности в процессе труда.

Будучи комплексной дисциплиной, «Охрана труда» включала следующие разделы: производственную санитарию, технику безопасности, пожарную и взрывную безопасность, а также законодательство по охране труда. Кратко охарактеризуем каждый из этих разделов.

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

Техника безопасности – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

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

Законодательство по охране труда составляет часть трудового законодательства.

Одна из самых распространенных мер по предупреждению неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов – использование средств коллективной и индивидуальной защиты. Первые из них предназначены для одновременной защиты двух и более работающих, вторые – для защиты одного работающего. Так, при загрязнении пылью воздушной среды в процессе производства в качестве коллективного средства защиты может быть рекомендована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция, а в качестве индивидуального – респиратор.

Введем понятие основных нормативов безопасности труда. Как уже сказано выше, при безопасных условиях труда исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Всегда ли в условиях реального производства можно так организовать технологический процесс, чтобы значения воздействующих на работающих опасных и вредных производственных факторов равнялись нулю (чтобы на работающих не действовали опасные и вредные производственные факторы)?

Эта задача в принципе эквивалентна задаче создания безопасной техники, т.е. достижения абсолютной безопасности труда. Однако абсолютная безопасность либо технически недостижима, либо экономически нецелесообразна, так как стоимость разработки безопасной техники обычно превышает эффект от ее применения. Поэтому при разработке современного оборудования стремятся создать максимально безопасные машины, оборудование, установки и приборы, т.е. свести риск при работе с ними к минимуму. Однако этот параметр не может быть сведен к нулю.

Существующие нормативы безопасности делятся на две большие группы: *предельно допустимые концентрации (ПДК)*, характеризующие безопасное содержание вредных веществ химической и биологической природы в воздухе рабочей зоны, а также *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.).

По особому нормируются психофизиологические опасные и вредные производственные факторы. Они могут быть охарактеризованы параметрами трудовых (рабочих) нагрузок и (или) показателями воздействия этих нагрузок для человека.

В практических целях нормативы безопасности применяются следующим образом. Предположим, нужно определить, является ли безопасным для работающих воздух рабочей зоны, в котором содержатся пары бензина. По нормативным документам «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» находят, что величина предельно допустимой (безопасной) концентрации (ПДК) этого вещества составляет

100 мг/м³. Если действительная концентрация бензина в воздухе не превышает этого значения (например, составляет 50 мг/м³), то такой воздух является безопасным для работающих, в противном случае необходимо применить специальные меры для снижения повышенной концентрации паров бензина до безопасного значения (например, используя общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию).

Таким же образом для характеристики безопасности при воздействии опасных и вредных производственных факторов физической природы используют понятие предельно допустимого уровня (ПДУ) этого фактора. Если нужно, например, определить безопасные допустимые уровни напряжения и тока, то по справочной литературе находят интересующие значения. Так, для переменного тока частотой 50 Гц (промышленная частота) при продолжительности воздействия на организм человека свыше 1 с эти значения составят: напряжение (U) – 36 В, ток (I) – 6 мА (1 мА = 10⁻³ А). Действие на организм человека электрического тока с параметрами, превышающими указанные значения, опасно.

Негативные факторы, обусловленные деятельностью человека и продуктами его труда, называются антропогенными.

Природная среда может быть источником негативных факторов.

Таким образом, человек постоянно подвергается опасности.

Аксиома о потенциальной опасности – основополагающий постулат БЖД, т.к. потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания на всех стадиях жизненного цикла.

2.2. Классификация негативных факторов, их источники и влияние на организм человека

Все опасные и вредные производственные факторы по воздействию на организм подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К *физическим* факторам относят электрический ток, кинетическую энергию движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточную освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Биологические факторы – это воздействия различных микроорганизмов, а также растений и животных.

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

Негативные факторы классифицируются следующим образом:

1. По характеру воздействия на человека:

а) на активные (они могут оказывать воздействие на человека посредством заключённой в них энергии – механической, термической, электрической, химической, биологической, психофизиологической и др.);

б) на пассивно-активные (они активизируются за счёт энергии, носителем которой является человек или оборудование, – острые неподвижные элементы, неровности, уклоны, трение и т.д.).

2. По природе происхождения: на природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешанные.

3. По времени проявления: на импульсные и кумулятивные.

4. По месту сосредоточения: на факторы, проявляющиеся в атмосфере, в гидросфере, в литосфере, в космосе и др.

5. По вызываемым последствиям (утомление, заболевания, травмы, стрессы).

6. По приносимому ущербу: на социальные, технические, экологические, экономические.

7. По сферам проявления: на бытовые, дорожно-транспортные, производственные, спортивные, военные и др.

По мере своего развития человек настолько распространил социально-техническое воздействие на природу, что возникла и охватила большую часть условий его жизни антропогенная среда – среда, повреждённая человеком. Первичное положение в ней занимают жилая среда, среда населённых мест и производственная среда. Это окружение людей, состоящее как из чисто технических (здания, сооружения, асфальт дорог, искусственное освещение и другие средства комфорта), так и природных (воздух, естественное освещение и пр.) элементов. При больших степенях приближения антропогенной среды к природной многие объекты квалифицируются как элементы квазиприродной среды, к которым относятся поля, сады, парки, огороды и т.д. Все эти элементы природной, преобразованной человеком среды не способны к самоподдержанию и при оставлении их человеком либо деградируют и разрушаются, либо постепенно превращаются в объекты дикой природы.

Для человеческого благосостояния и осуществления основных прав людей, включая право на жизнь, важное значение имеют два аспекта – природная среда и та, которую создал человек. Именно в этом секторе условий сейчас сконцентрированы наиболее опасные для человека тенденции, так как исчерпание природных ресурсов и загрязнение окружающей среды происходят очень быстро, синтезируются новые вещества, внедряются но-

вые технологии и оборудование, увеличивается количество транспорта. Наибольшую остроту эти тенденции приобрели в городах. Процент городского населения РФ составляет сейчас 75 % и продолжает быстро увеличиваться.

Современный город – это сложный социально-экономический организм, формируемый демографическими, экономико-географическими, инженерно-строительными, архитектурными факторами, разнообразными взаимосвязями с окружающим экономическим пространством и природной средой.

С антропоэкологических позиций город – это прежде всего плотная человеческая популяция в созданной ею самой среде. Техногенная городская среда оказывает влияние на человека в широком смысле слова. Такие факторы, как загрязнение атмосферы, воды и почвы выбросами промышленности и транспорта, электромагнитные поля, вибрация и шум, химизация быта, дезионизация воздуха в помещениях, а также потоки избыточной информации, чрезмерное число социальных и анонимных контактов, дефицит времени, гиподинамия, эмоциогенные перегрузки, недостатки в питании, вредные привычки, в той или иной мере и в различных сочетаниях становятся причиной недомогания, а затем и болезней.

Серьёзной проблемой в городах стали низкая гигиеническая культура значительной части населения и нецивилизованное отношение к собственному здоровью. Многие работники вредных для здоровья и природо-чувствительных производств, получающие призрачную компенсацию, не в состоянии соизмерить собственные потери и приобретения в процессе труда, а ещё чаще просто губят своё здоровье из-за отсутствия или ограниченности свободы выбора. Именно на этом, больше чем на чём-нибудь другом, держатся многие производства, не имеющие права на существование.

Удобства, комфорт, облегчение быта, доступность удовлетворения повседневных потребностей и прихотей, которые даёт современная цивилизация и индустрия потребления, имеют и обратную сторону.

Современный горожанин живёт за каменными стенами, часто высоко над деревьями, в экранированной арматурой квартире, заполненной синтетическими полимерами, мебелью из прессованных плит, источающих фенолы, множеством флаконов, коробок и баллончиков с разнообразными химическими веществами – от стиральных порошков и лака для ногтей до сильнейших ядов типа карбофоса.

Он вдыхает это вместе с остатками кухонного газа и лёгким индустриальным аэрозолем, влетающим в форточку. Он умывается хлорированной водой и употребляет в пищу продукты, выращенные на загрязнённой земле. Вместо лёгких аэроионов его телевизор, видеоманитофон и другая

электронная аппаратура окружают жильцов электромагнитными полями, ионизирующими излучениями и сообщают информацию, значительная часть которой только создаёт иллюзию активного участия в жизни. Бесконечные рекламные клипы, десятки специалистов и шарлатанов, проспектов и инструкций заверили его, что каждая из этих вещей не только абсолютно безвредна, но и способна сделать его счастливым. Для этого работают сотни предприятий, выпуская всю эту продукцию и попутно загрязняя воздух, воду, землю и растения, которые в той или иной форме вновь оказываются рядом с человеком или внутри него. Рекламируют также такие «хищные вещи века», как сигареты, алкогольные напитки, автомобиль и др.

Всё большее распространение получают наркотики, токсины и т.п.

В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов обширен и насчитывает более 100 видов. К наиболее распространённым и обладающим достаточно высокими концентрациями или энергетическими уровнями в среде обитания относятся следующие вредные факторы: запылённость и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные атмосферные параметры (температура, влажность, подвижность воздуха, давление), недостаточное, избыточное или неправильное освещение, монотонность деятельности, тяжёлый физический труд, токсичные вещества, загрязнённые воды и продукты питания и др.

Среди опасных факторов следует назвать: огонь, ударную волну, горячие и переохлаждённые поверхности, электрический ток, транспортные средства и подвижные части машин, отравляющие вещества, острые и падающие предметы, лазерное излучение, ионизирующее облучение большой мощности и др., даже в быту нас сопровождает большая гамма негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязнённый продуктами сгорания природного газа, выбросами теплоэлектростанций, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих устройств; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, ультра- и инфразвук; вибрации; электромагнитные поля от синтетических материалов, бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, линий электропередач, радиоустройства; ионизирующие излучения (излучения приборов, естественный фон, медицинские приборы диагностики и лечения, фон от строительных материалов); медикаменты при избыточном и неправильном их потреблении; алкоголь; табачный дым; бактерии, аллергены и другие факторы.

Природная среда также может быть источником опасных и вредных факторов. Их называют естественными. Они возникают при стихийных явлениях (извержения вулканов, землетрясения, наводнения, молнии и

т.п.). К ним относятся повышенные и пониженные температуры окружающей среды; повышенный радиационный фон; обвалы, оползни, сход снежных лавин и т.п.

Рост антропогенного воздействия на природную среду не всегда ограничивается лишь прямым воздействием, например ростом концентраций токсичных примесей в атмосфере. При определённых условиях возможно проявление вторичных негативных воздействий на природную среду и человека. К ним относятся процессы образования кислотных дождей, смога, «парниковый эффект», разрушение озонового слоя Земли, накопление токсичных и канцерогенных веществ в организме животных и рыб, в пищевых продуктах и т.п.

Энергетический уровень естественных опасных и вредных факторов практически стабилен, тогда как большинство антропогенных факторов непрерывно повышает свои энергетические показатели при совершенствовании и разработке новых видов техники и технологии (появление ядерной энергетики, концентрация энергоресурсов и т.п.)

По мнению учёных, человечество вступило в новую эру своего существования, когда потенциальная мощь создаваемых им средств воздействия на среду обитания становится соизмеримой с могучими силами природы планеты. Это внушает не только гордость, но и опасение, ибо чревато последствиями, которые могут привести к уничтожению цивилизации и даже всего живого на Земле.

Исходя из вышесказанного, можно выделить три характерных состояния системы «человек – среда обитания»: нормальное, предкризисное и кризисное.

3. ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Правильно спланированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Зрение во всей системе органов чувств человека занимает доминирующее положение. Установлено, что на органы зрения приходится 90% всей получаемой информации. Цветовое восприятие окружающей среды происходит под воздействием видимого спектра излучения (света), которое представляет собой часть электромагнитного излучения с длинами волн от 10 до 340000 нм (оптический спектр).

Чувствительность зрения максимальна к ЭМИ с длиной волны от 380 до 770 нм и уменьшается к границам видимого спектра.

Утомляемость органов зрения зависит от ряда причин: недостаточной освещённости, чрезмерной освещённости, неправильного направления света. При недостаточной или значительно меняющейся освещённости или изменении условий видимости органам зрения приходится приспособляться, что возможно благодаря свойствам глаз: аккомодации и адаптации.

Аккомодация – это способность глаза приспособляться к ясному видению предметов, находящихся от него на различных расстояниях.

Адаптация – это способность глаза изменять чувствительность при изменении условий освещённости.

Для обеспечения рационального освещения необходимо знать основы светотехники, учитывать особенности производственного процесса, правильно применять действующие нормы и уметь производить надлежащие расчёты.

3.1 Требования к системе освещения и основные светотехнические характеристики

К современному производственному освещению предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера.

Основные из этих требований следующие:

1. Соответствие уровня освещённости рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы.
2. Достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве.
3. Отсутствие резких теней, прямой и отражённой блёсткости.

4. Постоянство освещённости во времени

5. Оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока

6. Долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота эксплуатации.

Предъявляемые требования в своём большинстве определяются светотехническими величинами освещения. Они основаны на оценке ощущений, возникающих от воздействия светового излучения на глаза.

Показатели производственного освещения подразделяются на количественные и качественные.

К количественным показателям относятся:

- *световой поток* F – часть лучистого потока, воспринимаемая зрением человека как свет, характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм), обозначается буквой F ;

- *освещённость* E – отношение поверхностной плотности светового потока, равномерно падающей на освещаемую поверхность, к её площади. Измеряется в люксах (лк).

$$E = \Phi / S, \quad (3.1)$$

где Φ – световой поток, лм;

S – площадь помещения, кв.м;

- *сила света* I – пространственная (угловая) плотность светового потока – определяется как отношение светового потока распространяющегося внутри элементарного телесного угла, к этому углу. Измеряется в канделах (кд).

$$I = \Phi / \Omega, \quad (3.2.)$$

где Ω – телесный угол в стерадианах (ср);

- *яркость* B – отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению излучения. Измеряется в кд/м².

$$B = I / \sigma \cdot \cos \alpha, \quad (3.3)$$

где σ – площадь сечения излучения;

α – угол между нормалью к элементу освещаемой поверхности и направлением света.

К качественным показателям для оценки зрительной работы относятся:

- *фон* – это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на неё световой поток. Эта способность определяется коэффициентом отражения P ,

$$P = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}, \quad (3.4)$$

где $\Phi_{\text{отр}}$ и $\Phi_{\text{пад}}$ – соответственно, отражённый и падающий световой поток. В зависимости от цвета и шероховатости (чистоты) поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02...0,95; при $P \geq 0,4$ фон считается светлым; при $P = 0,2...0,4$ – средним и при $P \leq 0,2$ – темным;

- *контраст объекта с фоном* k – степень различия объекта и фона – характеризуется отношением яркостей рассматриваемого объекта B_0 и B_ϕ . Определяется по формуле

$$k = (B_\phi - B_0) / B_\phi. \quad (3.5)$$

Считается большим, если $k > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне); средним при $k = 0,2...0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости); малым при $k < 0,2$ (объект слабо заметен на фоне);

- *коэффициент пульсации освещённости* K_E – это критерий глубины колебаний освещённости в результате изменения во времени светового потока. Коэффициент пульсации рассчитывается по формуле

$$K_E = (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) / E_{\text{cp}}. \quad (3.6)$$

где E_{max} , E_{min} , E_{cp} – максимальное, минимальное и среднее значение освещённости за период колебаний. Для газоразрядных ламп $K_E = 25...65\%$; для обычных ламп накаливания $K_E = 7\%$; для галогенных ламп $K_E = 1\%$;

- *показатель ослеплённости* P_0 – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой. Величина P_0 определяется по формуле

$$P_0 = (V_1 / V_2 - 1) \cdot 1000, \quad (3.7)$$

где V_1 , V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т.д. Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещённости, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном.

$$V = k / k_{\text{пор}}, \quad (3.8)$$

где $k_{\text{пор}}$ – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на этом фоне;

- *блэсткость* – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослеплённость. Различают прямую и отражённую блэсткость.

3.2. Виды естественного освещения и его расчёт

При освещении производственных помещений используют:

- *естественное освещение*, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода;
- *искусственное освещение*, создаваемое электрическими источниками света,
- *совмещённое освещение*, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно естественное освещение подразделяется на *боковое* (одно- и многостороннее), осуществляемое через световые проёмы в наружных стенах; *верхнее*, осуществляемое через аэрационные и защитные фонари, проёмы в кровле и перекрытиях; *комбинированное* – сочетание верхнего и бокового освещения.

Освещённость, создаваемая естественным светом – величина непостоянная, поэтому трудно установить значение естественной освещённости помещений в абсолютных единицах. По этой причине освещённость в зданиях регламентируют относительной величиной – коэффициентом естественной освещённости (К.Е.О.). К.Е.О. обозначают символом e . Он представляет собой отношение естественной освещённости, создаваемой в заданной наружной горизонтальной плоскости, к освещённости, создаваемой в этот же момент времени лучами солнца полностью открытого неба. При этом заданные точки внутри помещения и снаружи находятся в одной и той же горизонтальной плоскости. К.Е.О. выражают в процентах и используют в качестве нормируемого показателя e . Значения e принимают в зависимости от разряда выполняемой зрительной работы.

Нормированное значение К.Е.О. для зданий, находящихся в различных условиях светового климата, определяют по формуле [2]

$$e_N = e_H \cdot m_N, \quad (3.9)$$

где N – номер группы субъектов РФ по ресурсам светового климата;

m_N – коэффициент светового климата.

Принятые площади окон при боковом освещении считаются достаточными, если они обеспечивают в расчетных точках условие

$$e_p^\delta \geq e_N.$$

Величину e_p^δ определяют по формуле

$$e_p^\delta = e^\delta \cdot q \frac{r_0 \cdot \tau_0}{K_3} (\%) \quad (3.10)$$

где e_p^δ – геометрический К.Е.О. в расчетной точке при боковом освещении,

$$e^\delta = 0,01 \cdot n_1 \cdot n_2, \% ; \quad (3.11)$$

здесь n_1 – число лучей, определяемых с помощью графика I Данилюка, проходящих через окна в расчетную точку в вертикальной плоскости;

n_2 – число лучей, определяемых с помощью графика II Данилюка, проходящих через окна в расчетную точку в горизонтальной плоскости.

Вид графиков I и II Данилюка показан на рис. 3.1 и 3.2.

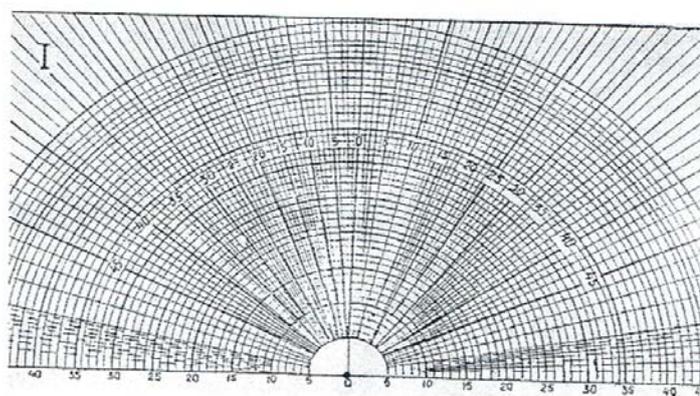


Рис.3.1. График I Данилюка

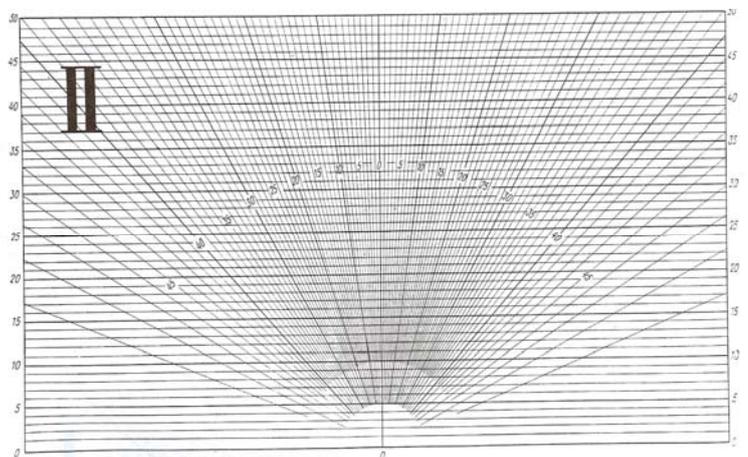


Рис. 3.2. График II Данилюка

Таким образом, геометрические коэффициенты естественной освещенности определяются методом Л.М. Данилюка. Сущность этого метода заключается в следующем: полусферу небосвода условно разбивают на 10 тыс. участков равной световой активности и определяют, какое количество участков небосвода видно из расчетной точки помещения через световой

проём, т.е. графически определяют, какая часть светового потока от всей полусферы небосвода непосредственно попадает в данную точку.

Для построения графика I (см. рис 3.1) по методу Данилюка проводится полуокружность любого диаметра, которая делится на 100 частей; точки деления проектируются на окружность, и точки пересечения проекции с окружностью соединяются радиусами с центром окружности.

Построенный таким образом график I служит для подсчета количества лучей (участков небосвода), видимых через световой проём по высоте (ш).

Для подсчета числа лучей n_1 график 3.1 накладывают на поперечный разрез помещения, совмещая полюс 0 с расчетной точкой М, в которой определяется К.Е.О., подсчитывают количество лучей графика, прошедших через световой проём.

Для построения графика II (см. рис. 3.2) полусфера небосвода разбивается сферическими поясами на 100 частей, площади проекций которых на горизонтальную плоскость равны между собой. Соединив центр полусферы радиусами-векторами с вершинами пересечений плоскостей поясов с вертикальной плоскостью, получим график II.

На графике I нанесена сетка концентрических полуокружностей с номерами от 0 до 120, а на графике II – соответственно сетка параллелей с теми же номерами.

Для определения числа лучей, проходящих через светопроём по его ширине n_2 , график II накладывают на план помещения, при этом имеют в виду, что при наложении графика I на поперечный разрез помещения одновременно с подсчетом числа лучей, проходящих через световой проём, находят помер полуокружности, проходящей через центр светопроёма. Затем при наложении графика II совмещают с плоскостью окон, параллель, номер которой соответствует номеру полуокружности, а ось графика должна проходить через расчетную точку. Подсчитывают количество лучей n_2 g – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба, K_3 – коэффициент запаса, принимаемый по табл. 3 [12]

Необходимо найти угол между рабочей поверхностью и плоскостью, проходящей через расчетную точку М и середину светопроёма (рис. 3.3), и определить q по табл. 35 [12].

r – коэффициент, учитывающий повышение К.Е.О. на рабочей поверхности благодаря свету, отраженному от потолка, стен и пола принимаемый по табл. 33 [12]/

Если в результате расчета окажется, что $e_p^\delta \leq e_N$, то необходимо рассчитать требуемую площадь окон по формуле

$$S_0 = \frac{S_{II} \cdot e_H \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_0}, \quad (3.13)$$

где S_n – площадь пола помещения;

η_0 – световая характеристика окон, определяется по табл. 26 [12];

r_0 – коэффициент, учитывающий влияние на К.Е.О. противостоящих зданий.

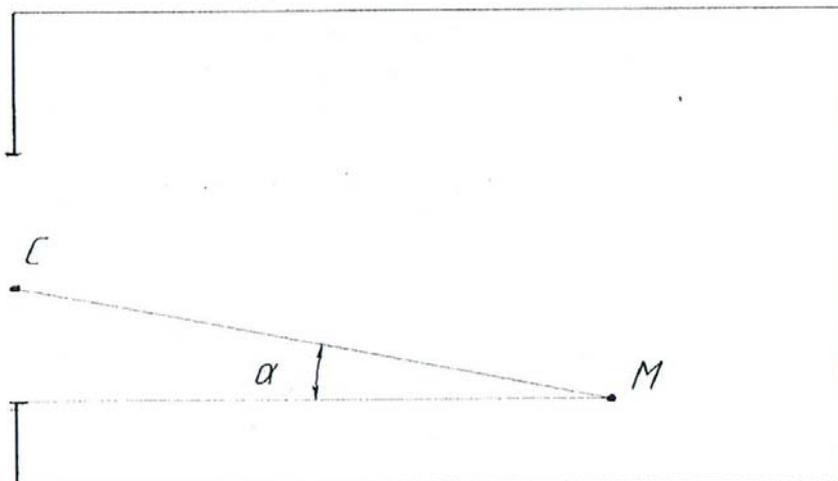


Рис. 3.3. К определению угла

Данную практическую работу выполняют при условии, что противостоящих зданий нет, т.е. $r_0 = 1$; $K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящих зданий, определяют по табл. 27 [12]; τ_0 – общий коэффициент светопропускания определяется по формуле 3.12; S_n – площадь пола, которую вычисляют в зависимости от точности выполняемой зрительной работы.

Для работ, относящихся к IV разряду:

$$S_n = l_n \cdot 1,5H ; \quad (3.14)$$

для работ, относящихся V-VII – разрядам

$$S_n = l_n \cdot 2H ; \quad (3.15)$$

для работ относящихся к VIII разделу

$$S_n = l_n \cdot 3H , \quad (3.16)$$

где l_n – длина помещения, м;

H – высота помещения, м.

П р и м е ч а н и е . При расчетах освещенности помещений длина их измеряется вдоль стены с окнами, а глубина - от стены с окнами до противоположной стены. Вместо обычного понятия «ширина», применяют понятие «глубина».

Студентам в качестве исходных данных выдаётся схема помещения (поперечный разрез и план) с указанием местонахождения расчетной точки М, габаритов помещения, размеров окон и их расположения (рис. 3.4).

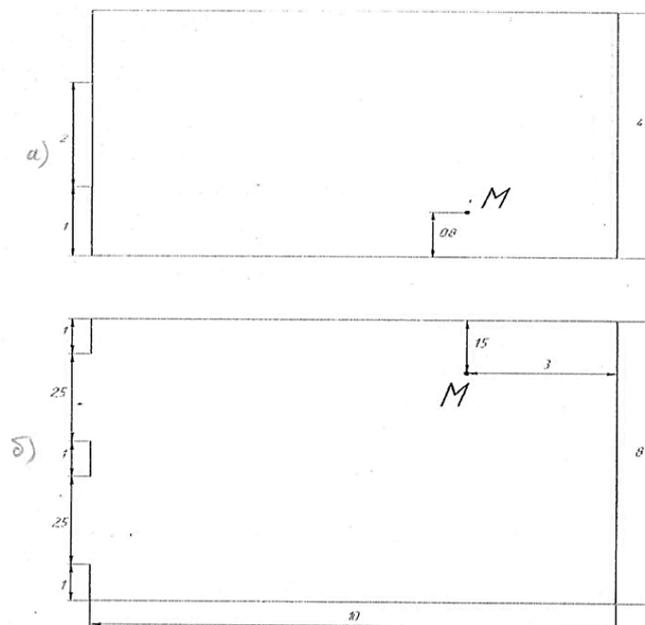


Рис. 3.4. Схема помещения: а – поперечный разрез; б – план

Кроме того, задаются разряд и подразряд зрительной работы; город на территории РФ; ориентация окон по сторонам горизонта; средневзвешенный коэффициент отражения света от потолка, стен и пола; вид стекла, переплета, несущей конструкции перекрытий; вид солнцезащитного устройства, степень загрязнения воздушной среды помещения, угол наклона стекла к горизонту.

Для нахождения r_0 необходимо найти в таблице графу для бокового освещения, для заданной величины средневзвешенного коэффициента отражения света от потолка, стен и пола по отношению длины помещения к его глубине.

Чтобы найти нужную строку, вначале находят сектор (по отношению глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна). Затем в найденном секторе находят строку (по отношению расстояния расчетной точки от стены с окном к глубине помещения). На пересечении «столбика» и строки находят значение τ_0 .

τ_0 – общий коэффициент светопропускания окон, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (3.12)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала остекления;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в оконных проемах;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях перекрытий.

Значения коэффициентов τ_1, τ_2, τ_3 берутся из табл. 28 [12].

τ_4 – коэффициент, учитывающий светопотери в солнцезащитных устройствах, определяется по табл. 29 [12].

3.3. Достоинства и недостатки естественного освещения

В спектре естественного света, источниками которого являются звёзды, в отличие от искусственного гораздо больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей.

Для естественного света характерна высокая диффузность (рассеянность), весьма благоприятная для выполнения зрительной работы.

Свет Солнца (ближайшей к нам звезды) – природный и поэтому самый полезный для организма человека. Спектр солнечного света содержит красные, оранжевые, жёлтые, зелёные, голубые, синие и фиолетовые лучи, составляющие видимую часть спектра.

Искусственно создаваемый свет почти никогда не содержит весь спектр, и это уже его недостаток по сравнению с естественным светом.

Основным недостатком естественного освещения является его непостоянство. Его величина зависит от множества факторов, и это затрудняет выполнение зрительной работы или делает её вообще невозможной.

Так, естественная освещённость зависит от географической широты, времени суток, облачности неба, загрязнённости атмосферы, рельефа местности, растительного покрова земной поверхности, перекрытия светоприёмов различными предметами, времени года и других факторов, и это ограничивает её применение (особенно при выполнении высокоточных зрительных работ).

Освещённость, создаваемая на рабочих местах естественным светом, трудно регулируется.

Исходя из сказанного, надо стремиться максимально использовать на производстве (да и в быту) естественное освещение, хотя бы даже совместно с искусственным (совмещённое освещение).

4. ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

4.1. Виды искусственного освещения

Искусственное освещение повсеместно используется как в дневное, так и в ночное время. Установки искусственного освещения требуют больших материальных затрат, электроэнергии и человеческого труда. Однако эти затраты с избытком окупаются тем, что обеспечивается возможность нормальной жизни и деятельности людей в условиях отсутствия или недостаточности естественного освещения. Более того, искусственное освещение решает ряд задач, вообще недоступных естественному освещению (эритемное, бактерицидное освещение в северных районах, подземных сооружениях и т.д.). От особенностей устройства искусственного освещения во многом зависят производительность труда, безопасность работы, сохранность зрения, облик помещения и др.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – общее и комбинированное.

Система общего освещения применяется в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сборочные, гальванические цехи, а также в административных, конторских и складских помещениях). Различают общее равномерное освещение (световой поток распределяется равномерно по всей площади помещения без учёта расположения рабочих мест) и общее локализованное освещение (с учётом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ (слесарные, токарные, фрезерные, контрольные и т.п.) в местах, где оборудование создаёт глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное освещение. Совокупность местного и общего освещения называют комбинированным освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создаётся опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования

могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т.д. Минимальная освещённость рабочих поверхностей при аварийном освещении должна составлять 5% от нормируемой освещённости рабочего освещения, но не менее 2 лк.

К **специальному освещению** относят: дежурное, эвакуационное, охранное, эритемное, бактерицидное и др.

Дежурное освещение – это освещение в нерабочее время.

Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственных помещений при авариях или отключениях рабочего освещения и организуется в местах, опасных для прохода людей, на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работает более 50 человек. Минимальная освещённость на полу основных проходов и на ступенях при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, а на открытых территориях - не менее 0,2 лк.

Охранное освещение устраивают вдоль границ территории, охраняемой в ночное время. Наименьшая освещённость в ночное время 0,5 лк.

Эритемное (от греч.- краснота, покраснение кожи) освещение (облучение) создаётся в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Электромагнитные лучи с длиной волны 0,297 мкм оказывают благоприятное эритемное воздействие на кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

Бактерицидное облучение создаётся в производственных помещениях, где необходимо обеззаразить воздух, питьевую воду, продукты питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,254... 0,257 мкм.

Каждое из этих видов освещения используется в зависимости от обстановки.

4.2 Источники света и светильники

Современная техника предоставляет возможность применения в осветительных установках разнообразных источников света, сортамент которых продолжает расширяться. Источники света, используемые для искусственного освещения, делятся на две группы: светодиодные лампы и газоразрядные (люминесцентные) лампы.

Светодиодные лампы, или светодиодные светильники, – источники света, основанные на светодиодах. Применяются для бытового, промышленного и уличного освещения.

Различают законченные устройства – светильники и элементы для светильников – сменные лампы. Для освещения, в лампах чаще применяют

белые светодиоды разного типа. Для декоративных целей используют лампы либо с цветными светодиодами (в том числе и RGB), либо с белыми светодиодами и цветными колбами.

Светодиод – полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении.

Излучаемый светодиодом свет лежит в узком диапазоне спектра. Иными словами, его кристалл изначально излучает конкретный цвет (если речь идёт о СД видимого диапазона) – в отличие от лампы, излучающей более широкий спектр, где нужный цвет можно получить лишь с помощью внешнего светофильтра. Диапазон излучения светодиода во многом зависит от химического состава использованных полупроводников.

Главными преимуществами светодиодных ламп являются длительный срок службы – от 30000 до 100000 часов (при работе 8 часов в день – 34 года), а также их экологичность (не содержат соединений ртути).

Газоразрядные лампы, получившие широкое распространение в осветительных установках, отличаются от светодиодных ламп своими характеристиками. В них излучение оптического диапазона возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металла, а также за счёт явления люминесценции, которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет. По спектральному составу видимого света различают лампы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ) и теплого белого (ЛТБ), белого света (ЛБ).

Для зажигания и горения этих ламп необходимо включение последовательно с ними пускорегулирующих аппаратов (ПРА). В принципе различаются стартерные аппараты (УБ) и бесстартерные (АБ), причем в первых начальный подогрев электродов обеспечивается кратковременным замыканием контактов стартера, включенного параллельно лампе, во вторых – подачей на электроды напряжения от специальных витков дроссельной катушки.

Сортамент люминесцентных ламп включает прямые лампы мощностью 4, 6, 8, 15, 20, 30, 40, 65, 80 и 150 Вт, а также V-образные лампы на 8...80 Вт, W-образные лампы на 30 Вт и кольцевые лампы на 20... 40 Вт. Для общего освещения производственных и общественных зданий широко применяются лампы мощностью 40 и 80 Вт.

Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача (40... 110 лм/Вт). Они имеют значительно больший срок службы, который у некоторых типов ламп достигает 8... 12 тыс. ч. От газоразрядных ламп можно получить световой

поток практически любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы, пары металлов, люминофор.

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может приводить к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия. При кратности или совпадении частоты пульсации источника света и обрабатываемых изделий вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажаются направление и скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведёт к увеличению опасности травматизма.

К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, облегчающих зажигание ламп; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды. Газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых также требует специальных устройств.

Электрический светильник - это совокупность источника света и осветительной аппаратуры, предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения.

Для характеристики светильника с точки зрения распределения светового потока в пространстве строят график силы света в полярной системе координат (рис. 4.1) [2].

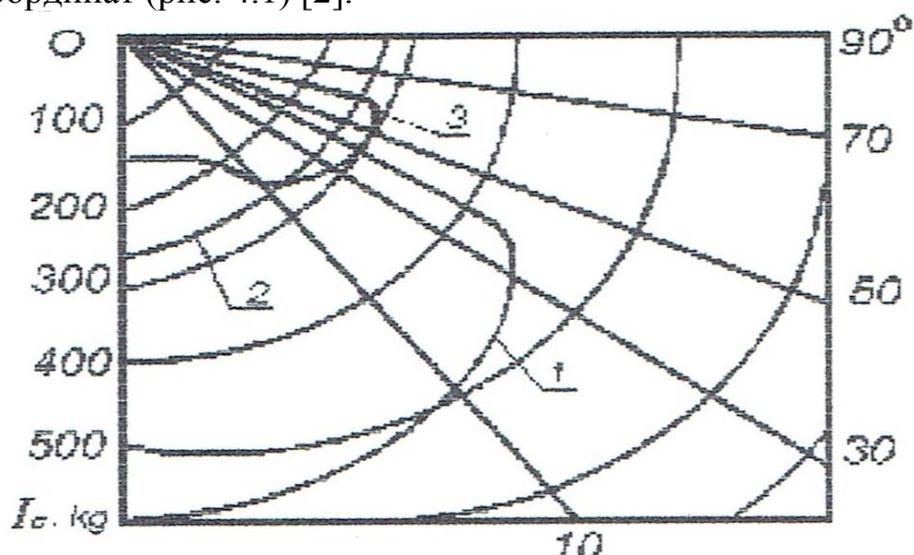


Рис.4.1. Кривая распределения силы света светильника в пространстве:
1 – широкая; 2 – равномерная; 3 – глубокая

Степень предохранения глаз работника от слепящего действия источника света определяют защитным углом светильника. Защитный угол – это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя (рис. 4.2) [2].

Важной характеристикой светильника является его КПД η – отношение фактического светового потока светильника $\Phi_{\text{с}}$ к световому потоку помещенной в него лампы $\Phi_{\text{л}}$.

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света.

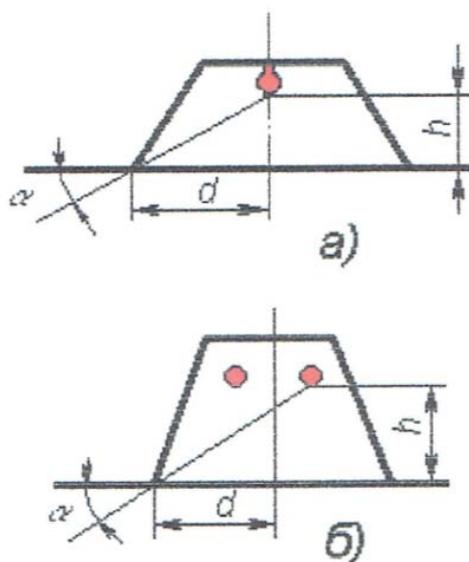


Рис. 4.2. Защитный угол светильника:
а – с лампой накаливания; б – с люминесцентными лампами

Конструкция светильника должна надежно защищать источник света от пыли, воды и других внешних факторов, обеспечивать электро-, пожаро- и взрывобезопасность, стабильность светотехнических характеристик в данных условиях среды, удобство монтажа и обслуживания, соответствовать эстетическим требованиям.

В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащитные. На рис. 4.3 приведены некоторые наиболее распространенные типы светильников [2].

Выбор расположения светильников является одним из основных вопросов, решаемых при устройстве осветительных установок, что влияет на экономичность последних, качество освещения и удобство эксплуатации.

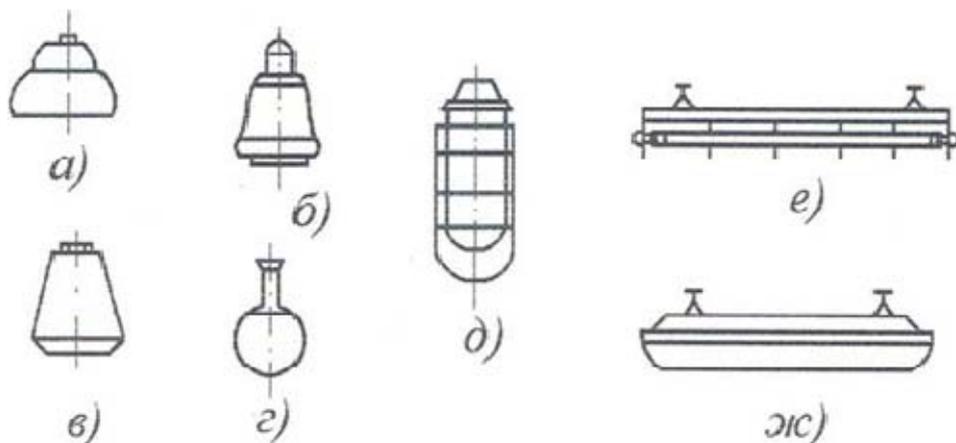


Рис. 4.3. Основные типы светильников:
 а – "универсаль"; б – "глубокоизлучатель"; в – "люцета"; г – "молочный шарик"
 д – взрывобезопасный типа ВЗГ; е – типа ОД; ж – типа ПВЛП

На рис. 4.4 представлены типичные случаи расположения светильников, где приняты следующие обозначения, которыми в дальнейшем будем пользоваться без пояснений: H – высота помещения, а при ферменном покрытии – высота до затяжки ферм; h_c – расстояние светильников от перекрытия или затяжки ферм; h_p – высота рабочей поверхности над полом; H_c – расстояние от светильника до рабочей поверхности (высота подвеса светильника); L – расстояние между рядами светильников; L_A, L_b – расстояние между светильниками в направлении вдоль и поперек помещения, если они неодинаковы; I – расстояние крайних рядов светильников от стены; α – расстояние между светильниками в рядах. Обычно принимают равным 1-3 м. Все размеры указаны в метрах. Из названных размеров H и h_p являются заданными; h_c , кроме случаев установки светильников на стенах, принимается в пределах от 0 при установке на потолке или заподлицо с фермами и обычно до 1,5 м. Расстояние I рекомендуется принимать около $1/2L$ при наличии у стен проходов и $1/3 L$ в остальных случаях. $L=1-2$ м. Длина светильников I от 0,5 до 1,5 м (через 10 см).

На рис. 4.4,б показан "классический" случай равномерного размещения светильников с лампами накаливания или лампами ДРЛ (дуговые ртутные лампы) по вершинам квадратных полей. По условиям размещения светильников в конкретных помещениях часто приходится принимать поля прямоугольной формы, причем в этом случае желательно, чтобы отношение $L_A: L_b$ не превышало 1,5.

В помещениях с фермерным перекрытием (рис. 4.4, в) в большинстве случаев светильники могут устанавливаться только на фермах. В этом случае допустимо и увеличенные значения $L_A:L_b$, т.к. по эксплуатационным соображениям следует по возможности сокращать число продольных рядов светильников. Особенно это важно при наличии специальных мости-

ков для обслуживания светильников, вдоль которых светильники размещаются, как правило, учащено (рис. 4.4, г). Нередко светильники располагаются блоками из 2-4 шт., если это необходимо для снижения коэффициента пульсации.

На рис. 4.4, д показано так называемое "шахматное" расположение и по диагоналям. В помещениях, где производятся работы, его следует избегать, так как при этом, как и при светильниках прямого света, создаются глубокие тени и не всегда обеспечивается удачное направление света.

Светильники с трубчатыми, т.е. в основном люминесцентными лампами, преимущественно размещаются рядами, желательно параллельно стене с окнами (рис.4.4, е) или длинной стороне узкого помещения (рис 4.4, ж). В помещениях, предназначенных для работы, применяют схему (см. рис. 4.4, е).

Направление света в этом случае приближается к направлению естественного света.

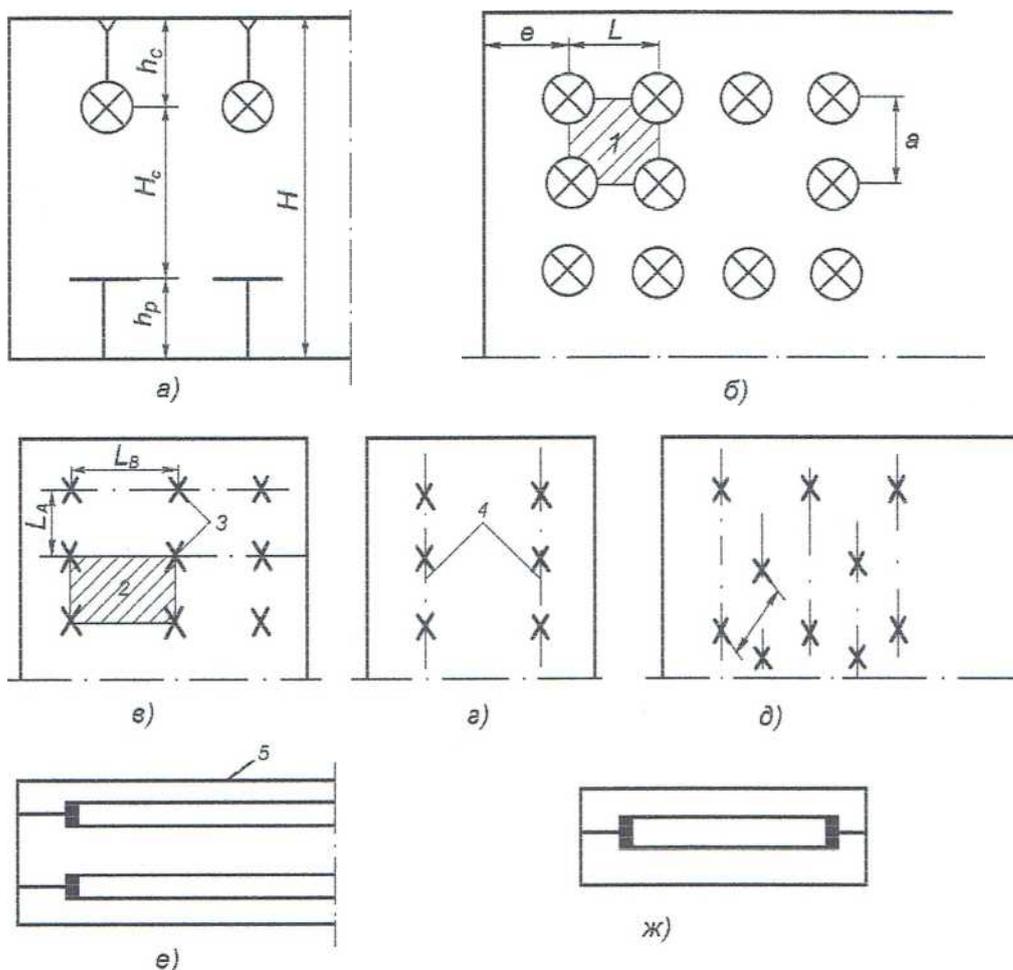


Рис. 4.4. Схемы размещения светильников:
 а – в разрезе; б-ж – в плане;
 1 – угловое поле; 2 – центральное поле; 3 – оси ферм;
 4 – оси мостиков обслуживания; 5 – стена с окнами

4.3. Методы расчёта и контроль освещённости

Задачей расчета освещенности является определение числа и мощности светильников, необходимых для обеспечения заданного значения освещенности.

При освещении "точечными" источниками света, т.е. лампами накаливания, а также лампами типа ДРЛ и др., обычно число и размещение светильников намечается до расчета, в процессе же расчета определяется необходимая мощность ламп.

При освещении трубчатыми люминесцентными лампами до расчета обычно намечается число и расположение рядов светильников, по результатам же расчета производится "компоновка рядов", т.е. определение числа и мощности светильников, устанавливаемых в каждом ряду.

Таким образом, при проектировании искусственного освещения производственного помещения необходимо выбрать тип источника света, систему освещения, вид светильника, наметить наиболее целесообразные высоты установки светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормируемой освещенности на рабочем месте, и в заключение провести проверку намеченного варианта освещения на соответствие его нормативным требованиям.

Расчет искусственного освещения в помещениях можно выполнять следующими методами: методом коэффициента использования светового потока, точечным методом, методом удельной мощности и специальными методами расчета [2].

Метод коэффициента использования светового потока, учитывающий как прямой так и отраженный используется при расчете общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности.

Потребный световой поток одной лампы определяется по формуле

$$\Phi = (E_n \cdot S_n \cdot z \cdot K_3) / \eta \cdot N \cdot n, \quad (4.1)$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк;

S_n – площадь пола освещаемого помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения, равный отношению E_{cp}/E_{min} . Обычно $z = 1,1 \dots 1,2$;

K_3 – коэффициент запаса;

η – коэффициент использования светового потока;

N – число светильников (как правило, намечаемое до расчета);

n – число ламп в светильнике.

Коэффициент η характеризует отношение потока, падающего на расчетную точку (поверхность), к суммарному потоку всех ламп. Он находится в зависимости от типа светильника, отражательной способности стен, потолка, габаритов помещения (индекса помещения i).

Величина индекса i помещения определяется из выражения

$$i = \frac{L \cdot \Gamma}{H_c \cdot (L + \Gamma)}, \quad (4.2)$$

где L, Γ – соответственно длина и глубина помещения, м;

H_c – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Находят из выражения.

$$H_c = H - h_p - h_c; \quad (4.3)$$

здесь H – высота помещения;

h_p – высота рабочей поверхности от пола (может быть от 0.0 до 1.0);

h_c – высота свеса светильника от основного потолка (может быть от 0,1 до 2,5).

Все размеры указаны в метрах.

Зная величину индекса i , по таблицам определяют коэффициент η в относительных числах (в таблице он дан в %).

По определенному световому потоку лампы Φ (см. формулу (4.1)) по ГОСТ выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется необходимая электрическая мощность. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от потока расчетного до -10% и $+20\%$, в противном случае выбирается другая схема расположения светильников.

Точечный метод применяют для расчета локализованного или местного освещения, а также для расчета освещенности наклонных плоскостей. В основу его положен закон освещенности, связывающий освещенность и силу света:

$$E_A = \frac{I_c \cdot \cos \alpha}{r^2}, \quad (4.4)$$

где E_A – освещенность горизонтальной поверхности в расчетной точке А,

I_c – сила света в направлении от источника света к расчетной точке А (определяется по кривой распределения светового потока выбранного светильника и источника света);

α – угол падения света на плоскость в точке А (угол между нормалью к поверхности, которой принадлежит точка А, и направлением вектора силы света в точку А);

r – расстояние от светильника до точки А, м (рис. 4.5).

Учитывая, что $r = H_C / \cos \alpha$, и вводя коэффициент запаса K , получаем:

$$E_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3}{H_C^2 \cdot K_3}, \quad (4.5)$$

Критерием правильности проведенного расчета служит неравенство $E_A \geq E_H$.

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают.

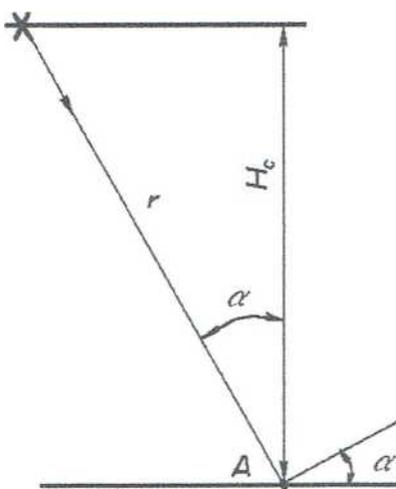


Рис. 4.5. К точечному методу расчета

Метод удельной мощности является наиболее простым, но и наименее точным, поэтому его применяют только для ориентировочных расчетов. Этот метод позволяет определить мощность каждой лампы $P_{л}$ для создания в помещении нормируемой освещенности:

$$P_{л} = (P \cdot S) / n, \quad (4.6)$$

где $P_{л}$ – удельная мощность, Вт/м²;

S – площадь помещения, м²;

n – число ламп в осветительной установке.

Для измерения естественной и искусственной освещенностей используются различные по конструкции люксометры. В основе их работы явление фотоэлектрического эффекта. При освещении фотоэлемента в замкнутой цепи, состоящей из фотоэлемента и измерителя, возникает ток, который отклоняет стрелку измерителя. Величина тока и, следовательно, отклонение стрелки пропорциональны освещенности поверхности фотоэлемента.

Общий вид люксметра ТКА-люкс представлен на рис. 4.6.



Рис. 4.6 Общий вид люксметра ТКА-люкс

4.4. Цветовое оформление производственного интерьера

Рациональное цветовое оформление производственного интерьера является важным фактором улучшения условий труда и жизнедеятельности человека.

Установлено, что цвета могут воздействовать на человека по-разному: одни цвета раздражают, а другие успокаивают [2].

Красный цвет – возбуждающий, горячий, вызывает у человека условный рефлекс, направленный на самозащиту.

Оранжевый – воспринимается людьми как согревающий, бодрящий, стимулирует к активной деятельности, кроме того, он используется в производственных нуждах как далеко видимый (костюмы космонавтов, одежда дорожных работников, техника на дорогах).

Жёлтый – теплый, веселый, располагает к хорошему настроению.

Зеленый – цвет покоя и свежести, успокаивающе действует на нервную систему. Хорош в сочетании с желтым.

Голубой и синий цвета – свежи, кажутся легкими и прозрачными. Под их воздействием уменьшается физическое напряжение. Они могут регулировать ритм дыхания, успокаивать пульс.

Черный цвет – мрачный, тяжелый, резко снижает настроение.

Белый цвет – холодный, однообразный, способен вызвать апатию.

Разностороннее эмоциональное воздействие цвета на человека позволяет широко использовать его в гигиенических целях. Поэтому при оформлении интерьера производственного помещения цвет используют:

- как композиционное средство, обеспечивающее гармоническое единство помещения и технологического оборудования;
- как фактор, создающий оптимальные условия зрительной работы, способствующий повышению работоспособности;
- как средство информации, ориентации и сигнализации для обеспечения безопасности труда.

Поддержание рациональной цветовой гаммы в производственных помещениях достигается правильным выбором осветительных установок. Необходимо также предусматривать регулярную очистку от загрязнений светильников и остеклённых проемов (фонарей), своевременную замену отработавших свой срок службы ламп, контроль напряжений питания осветительной сети, регулярную и рациональную краску стен, потолка, оборудования.

Сроки чистки светильников и остекления зависят от степени запылённости помещения: для помещений с незначительными выделениями пыли – 2 раза в год; для помещений со значительным выделением пыли – от 4 до 12 раз в год.

Для удобства и безопасности очистки осветительных установок применяют передвижные тележки, телескопические лестницы, подвесные люльки. При высоте подвеса светильников до 5 м допускается обслуживание их с приставных лестниц и стремянок не менее чем двумя лицами. Чистка светильников должна производиться при отключённом питании.

Таким образом, глазам необходимо оптимальное освещение. Оно не должно быть слабым, как и очень сильным. Предпочтение следует отдавать естественному свету, который дарит нам природа. Он имеет большое общебиологическое значение для организма, бодрит, тонизирует. При хорошем естественном освещении повышается иммунитет, улучшается настроение. И, наоборот, недостаток света ведёт к гипотонии, повышенной заболеваемости. Постоянная недостаточность естественного света приводит к снижению физиологической активности организма, вызывает так называемый эффект «светового голодания».

На производстве (да и в быту) часто нельзя обойтись лишь естественным светом и приходится дополнять его искусственным. При отсутствии естественного света (в тёмное время суток) используют только искусственное освещение.

Глаз имеет способность приспосабливаться к широкому диапазону освещённости, но недостаточная освещённость помещения и рабочего

места затрудняет работу, приводит к браку и даже к несчастным случаям. Плохое освещение вызывает также различные глазные заболевания и ухудшение зрения.

При выполнении большинства работ необходимо чётко видеть материалы, изделия, оборудование. Если мы не можем хорошо рассмотреть предмет, это вызывает усталость, переутомление, головные боли.

Требования к освещению на рабочем месте предусматривают хорошее использование света и в то же время – недопущение ослепляющего солнечного света или других источников света.

Достаточное освещение должно освещать всю рабочую зону, но не должно создавать затемнений какой-либо частью тела, машины или оборудования.

Для различения предметов, имеющих слабую контрастность, приходится напрягать зрение. Особенно трудно различить предметы в полусумраке. Переход из ярко освещённой области в затемнённое помещение может быть даже опасным, т.к. глазам требуется время на адаптацию, и возможна частичная потеря зрения.

Свет, отражённый прямо в глаза, может вызвать ослепление. Зрачок глаза, приспособившись к яркому и отражённому свету, постоянно сокращается. В этом случае трудно рассматривать рабочий материал, что вызывает усталость и головную боль.

Плохое общее освещение и отсутствие местного освещения вызывает неудобное положение тела и связанную с этим усталость, уменьшает производительность труда, снижает качество продукции и выполняемой работы.

5. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Промышленные предприятия являются источниками массовых загрязнений окружающей среды. При этом в атмосферу поступают вредные выбросы литейных, кузнечно-прессовых и сварочных цехов. Поэтому особое место при изучении данной темы будет отведено вредным веществам, их физиологическому воздействию на человека, гигиеническому нормированию параметров микроклимата производственных помещений.

Количество загрязнения, поступающего в окружающую среду, зависит от концентрации вещества и количества носителя (воздуха для вентиляции и т.п.). Обе величины определяются требованиями производственной технологии. Возможность сведения этих величин к минимуму характеризует уровень экологичности производства, системы очистки воздушной среды.

5.1. Загрязнение воздушной среды в производственных условиях

Необходимыми условиями для нормальной жизнедеятельности человека и обеспечения здорового и высокопроизводительного труда являются наличие чистого воздуха необходимого химического состава и нормальные метеорологические условия в рабочих помещениях.

Чистый и свежий воздух должен иметь следующий химический состав: азот – 78,08%, кислород – 20,95%, аргон, неон и другие инертные газы – 0,93%, углекислый газ – 0,03%, прочие газы – 0,01%.

Наряду с химическим составом важно также, чтобы воздух имел определённый ионный состав. На жизнедеятельность организма человека благотворное влияние оказывают отрицательные ионы кислорода воздуха.

Устранение воздействия таких вредных производственных факторов, как газы и пары, пыль, избыточная теплота и влага, и создание здоровой воздушной среды являются важной народнохозяйственной задачей, которая должна решаться комплексно, одновременно с решением основных вопросов производства.

В производственных помещениях необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчётом и выбором схемы системы вентиляции.

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определённых мероприятий, к основным из которых относятся:

- применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование и поступление в воздух рабочей зоны теплоты и холода, вредных паров, газов, аэрозолей;

- механизация, автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими;
- применение вентиляции, отопления, кондиционирования;
- защита от источников тепловых излучений;
- использование средств индивидуальной защиты.

В производственных помещениях при работе оборудования, при технологических процессах и от работающих людей могут выделяться избыточные количества влаги, теплоты, а также загрязняющих воздух газов, паров, пыли, различных веществ. Такие выделения ухудшают качество воздуха и, следовательно, могут оказать вредное воздействие на жизнедеятельность человека. Например, в литейных цехах пыль образуется при процессах приготовления формовочной стержневой массы, очистке и обрубке литья и т.д. Токсические вещества выделяются при плавке и заливке металла, сушке ковшей и при других процессах. В кузнечных цехах пыль в виде сажи выделяется при неудовлетворительном отводе продуктов горения. Выделяются такие вредные вещества, как окись углерода и сернистый газ. В механических цехах процессы обточки, шлифовки, полировки сопровождаются пылевыведением. При обработке металлов используются токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные и другие станки, при работе которых применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). В результате механического разбрызгивания и испарения СОЖ (так как температура режущего инструмента, орошаемого СОЖ, может достигать нескольких сот градусов), её компоненты поступают в воздух в виде аэрозолей и парогазовых смесей.

5.2. Виды токсичных веществ

Вредные вещества, находящиеся в воздухе производственных помещений, через дыхательные пути, пищевой тракт могут попасть в организм человека и вызвать при определённых условиях острые или хронические отравления.

Одним из наиболее часто встречающихся в воздухе машиностроительных предприятий вредных веществ является пыль. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолью; осевшая пыль называется аэрогелью. Производственную пыль классифицируют по способу образования, происхождению, размерам частиц. По способам образования различают пыли (аэрозоли) **дезинтеграции и конденсации**. Первые являются следствием производственных операций связанных с разрушением и размельчением твёрдых материалов и транспортировкой сыпучих веществ. Второй путь образования пыли – испарение и последующая конденсация в воздухе паров

металлов и неметаллов, выделяющихся при высокотемпературных процессах (сварке, электроплавке и др.).

По происхождению различают пыль **органическую, неорганическую** и смешанную. Исключительно важное значение имеет классификация пыли по размеру пыльных частиц (дисперсности): **видимая** – размер частиц свыше 10 мкм, **микроскопическая** – от 10 до 0,25 мкм, **ультрамикроскопическая** – менее 0,25 мкм. Промышленная пыль может приводить к развитию профессиональных заболеваний, в первую очередь пневмокониозов. Наиболее распространённым пневмокониозом считается силикоз. Это пылевой фиброз лёгких, развивающийся при действии пыли свободной двуокиси кремния (Si), силикатоз, пневмокониоз, возникающий при вдыхании пыли солей кремниевой кислоты, в которых двуокись кремния находится в связанном состоянии с другими соединениями, антракоз – при вдыхании угольной пыли. Бывает и ядовитая пыль: (свинцовая, марганцевая, хромовая и др.). Эта пыль может вызвать острое или хроническое отравление. Растворяясь в слюне или на слизистых оболочках дыхательных путей, она превращается в жидкий яд.

Все вредные вещества по характеру воздействия на человека можно разделить на две группы: токсичные и нетоксичные. Нетоксичные вещества в большинстве своём оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз и кожу работающих.

Токсичные вещества, хорошо растворяясь в биологических средах, попадают в кровь и вызывают нарушение нормальной жизнедеятельности человека.

Условно по физиологическому действию на человека токсичные вещества могут быть разделены на четыре группы:

– **раздражающие**, которые действуют на дыхательные пути и слизистую оболочку глаз. К ним относятся хлор, хлорид водорода, сернистый газ, сероводород, окислы азота, аммиак и др.;

– **удушающие**, нарушающие процесс усвоения кислорода тканями. К ним относятся окись углерода, сероводород, цианистый водород и др.;

– **наркотические**. К ним относятся бензин, ацетон, эфиры (амилацетат, бутилацетат), хлорированные углеводороды (четырёххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтилен) и др.;

– **соматические** яды, вызывающие нарушения деятельности всего организма или его отдельных органов и систем. К ним относятся свинец, ртуть бензол, мышьяк и его соединения, марганец, олово, фосфор, бериллий и др.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

I – вещества чрезвычайно опасные;

- II – вещества высокоопасные;
- III – вещества умеренно опасные;
- IV – вещества малоопасные.

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен устанавливаться: непрерывный – для веществ 1-го класса опасности; периодический – для веществ 2-го, 3-го, 4-го классов опасности.

К группе санитарно-технических мероприятий относятся средства локализации тепловыделений и теплоизоляции, направленные на снижение интенсивности теплового излучения и тепловыделений от оборудования.

Эффективными средствами снижения тепловыделений являются: покрытие нагреваемых поверхностей и парогазотрубопроводов теплоизоляционными материалами (стекловата, асбестовая мастика, асботермит и др.); герметизация оборудования; применение отражательных теплопоглощающих и теплоотводящих экранов; устройство вентиляционных систем; использование индивидуальных средств защиты.

К медико-профилактическим мероприятиям относятся: организация рационального режима труда и отдыха; обеспечение питьевого режима; повышение устойчивости к высоким температурам путём использования фармакологических средств (приём дибазола, аскорбиновой кислоты, глюкозы), вдыхания кислорода; прохождение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров.

Если по техническим причинам невозможно достигнуть допустимых величин теплового облучения, то необходимы быть произведены следующие мероприятия:

- экранирование источника излучения;
- теплоизоляция нагретых поверхностей ;
- применение воздушного душирования;
- рациональная вентиляция и кондиционирование воздуха;
- водяные завесы и водяное охлаждение;
- применение защитной одежды;
- организация рационального режима труда и отдыха.

Теплоизоляция является эффективным мероприятием по уменьшению интенсивности не только теплового излучения, но и общих тепловыделений, а также предотвращению ожогов. По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать +45° С. Для теплоизоляции применяют самые разнообразные материалы и конструкции (специальные бетоны и кирпич, минеральную и стеклянную вату, войлок и т.д.)

Наиболее распространенным и эффективным способом защиты от теплового излучения является **экранирование**. Экраны применяют как для

экранирования источников излучения, так и для защиты рабочих мест от воздействия потока теплоты.

По принципу действия экраны подразделяются на **теплоотражающие, теплопоглощающие, теплоотводящие**. Материалами для теплоотражающих экранов служат листовой алюминий, белая жечь, алюминиевая фольга; для теплопоглощающих – материалы с большим термическим сопротивлением (асбестовые щиты на металлической сетке или листе, огнеупорный кирпич и т.д.). Теплоотводящие экраны представляют собой сварные или литые конструкции, охлаждаемые водой.

Комбинированные средства защиты могут быть отражательно-пористыми (перфорированный алюминиевый лист), поглотительно-пористыми (принудительно охлаждаемый пористый теплоизолирующий материал) и отражательно-пленочными (двойное отражательное и теплопоглощающее стекло, установленное с воздушной прослойкой и охлаждением).

Средства индивидуальной защиты предназначены для защиты глаз, лица и поверхности тела. Для защиты глаз и лица используются очки со светофильтрами и щитки. Для пошива спецодежды рекомендуется полульняная или льняная пропитанная спецсоставом парусина.

Таким образом, высокая температура воздуха (выше допустимого предела) оказывает неблагоприятное влияние на жизненно важные органы и системы человека. Архитектурно-планировочные решения производственного здания, рациональное построение технологического процесса и правильное использование технологического оборудования, применение ряда санитарно-технических устройств и приспособлений в какой-то степени защищают рабочих от неблагоприятных воздействий теплового излучения. Но для обеспечения лучшей защиты требуются разработка и внедрение новых технологий, замена старых машин и механизмов, а также механизация и автоматизация технологических процессов.

5.3. Защита человека от перегрева

Тепловое излучение от нагретых поверхностей играет немаловажную роль в создании неблагоприятных микроклиматических условий в производственных помещениях. Наибольшую опасность возникновения лучистого тепла представляет расплавленный или нагретый до высоких температур металл.

При температуре до + 500 °С нагретой поверхностью излучаются инфракрасные лучи с длиной волны 0,76 - 740 мкм, а при более высокой температуре наряду с возрастанием инфракрасных лучей появляются видимые световые и ультрафиолетовые лучи. Инфракрасные лучи оказывают на организм человека в основном тепловое действие. Под влиянием

теплового облучения в организме происходят биохимические сдвиги. Уменьшается кислородная насыщенность крови, понижается венозное давление, замедляется кровопоток и, как следствие, нарушается деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем; повышается температура глуболежащих тканей, происходит помутнение хрусталика глаза (профессиональная катаракта).

В профилактике вредного влияния высоких температур инфракрасного излучения ведущая роль принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, автоматизация и механизация процессов, дистанционное управление.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/м^2 , при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела, и обязательным является использование средств индивидуальной защиты и глаз.

Допустимая интегральная интенсивность теплового облучения не должна превышать 350 Вт/м^2 .

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м^2 – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м^2 – при облучении не более 25% поверхности тела.

6. ОЗДОРОВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

6.1. Параметры микроклимата производственных помещений

Основными параметрами, характеризующими метеорологические условия производственной среды, являются: температура воздуха t , °С; относительная влажность ϕ ,%; скорость движения воздуха V , м/с; барометрическое давление P , мм рт. ст.; интенсивность теплового излучения I_e , Вт/м². Эти условия влияют на теплообмен организма человека с окружающей средой. Между организмом и окружающей средой происходит непрерывный процесс теплового обмена, состоящий в передаче вырабатываемого организмом тепла в окружающую среду.

Терморегуляцией называется способность организма человека регулировать теплообмен с окружающей средой и сохранять температуру тела в определенных границах (36,1 - 37,2°С).

Терморегуляция обеспечивается изменением двух составляющих теплообменного процесса: **теплопродукции и теплоотдачи**.

Из двух способов теплового равновесия главную роль играет регуляция теплоотдачи, т.к. этот путь более изменчив и управляем в организме, тогда как регуляция теплопродукции положительную роль играет главным образом при низких температурах воздуха, при высоких же возможность регуляции теплообмена за счет уменьшения продукции тепла ограничена.

Нормальное тепловое самочувствие имеет место, когда соблюдается тепловой баланс $Q_{т.о.} = Q_{т.в.}$. Здесь $Q_{т.в.}$ – количество тепла, выделяемого человеком, а $Q_{т.о.}$ – количество тепла, принимаемого человеком из окружающей среды. Это соответствие характеризует окружающую среду как комфортную. В условиях комфорта у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений холода или перегрева.

Уравнение теплового баланса («человек – окружающая среда») имеет следующий вид [3]:

$$Q_{т.о.} = q_k + q_t + q_i + q_{исп} + q_d, \quad (6.1)$$

где q_k – показатель конвекции;

q_t – показатель теплопроводности через одежду;

q_i – показатель излучения;

$q_{исп}$ – показатель испарения кожи;

q_d – показатель испарения влаги при дыхании.

Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется конвекцией в результате омывания тела воздухом (q_k), теплопроводностью

через одежду (q_T), излучением на окружающие поверхности ($q_{и}$), испарением влаги с поверхности кожи ($q_{исп}$), испарением влаги при дыхании ($q_{д}$).

Величина тепловыделения организмом человека зависит от степени физического напряжения в определенных климатических условиях и составляет от 85 (в состоянии покоя) до 500 Дж/с (тяжелая работа). В состоянии покоя при температуре окружающего воздуха 18°C доля $q_{к}$ и q_T составляет около 30 %, $q_{и}$ – 45%, $q_{исп}$ – 20%, $q_{д}$ ~ 5% всей отводимой теплоты.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека и его работоспособность.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, при этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается, однако при температуре воздуха более 30°C отдача теплоты конвекцией и излучением в основном прекращается, часть теплоты отдается путем испарения с поверхности кожи. Вместе с влагой организм теряет и соли, играющие важную роль в жизнедеятельности организма. При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать 8-10 литров за смену, а с ней – до 40-50г NaCl(всего в организме около 140 г NaCl). Потеря 28-30 г NaCl ведет к прекращению желудочной секреции, а больших количеств – к мышечным спазмам и судорогам. При высокой температуре воздуха и дефиците воды в организме усиленно расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки.

Для восстановления водяного баланса работающих в горячих цехах устанавливают пункты подпитки подсоленной ($\approx 0,5\%$ NaCl) газированной питьевой водой из расчета 4-5 л на человека в смену.

При понижении температуры окружающего воздуха реакция организма иная: кровеносные сосуды сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, усиливается теплопродукция и уменьшается отдача тепла. В суженных сосудах происходит периодическое сужение и расширение их просвета, возникают болевые ощущения. Теплотери возрастают, и усиливается возможность переохлаждения. Подвижность воздуха и повышенная влажность усиливают охлаждающие свойства организма

Высокая относительная влажность неблагоприятно действует на организм и при высоких температурах воздуха, т.к. препятствует испарению пота и способствует перегреванию организма.

Недостаточная влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей, их растрескивание.

Подвижность воздуха весьма эффективно способствует теплоотдаче, что является положительным явлением при высоких температурах воздуха, но отрицательным при низких температурах.

Барометрическое давление оказывает существенное влияние на такой жизненноважный момент, как процесс дыхания. Наличие кислорода во вдыхаемом воздухе является необходимым, но недостаточным условием для обеспечения жизнедеятельности организма. Интенсивность диффузии кислорода в кровь определяется парциальным давлением кислорода в альвеолярном воздухе (через стенки альвеол кислород посредством диффузии поступает в кровь), которое зависит от барометрического давления вдыхаемого воздуха. Удовлетворительное самочувствие человека сохраняется до высоты ≈ 4 км, а при дыхании чистым кислородом – до высоты ≈ 12 км. Выше 4 км может наступить кислородное голодание – гипоксия из-за снижения диффузии кислорода из легких в кровь. При работе в условиях избыточного давления снижаются показатели вентиляции легких за счет некоторого урежения частоты дыхания и пульса.

Избыточное давление воздуха приводит к повышению парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе и в то же время к уменьшению объема легких и увеличению силы дыхательной мускулатуры. Для человека очень опасно быстрое изменение давления.

6.2. Вентиляция, кондиционирование, отопление как мероприятия по оздоровления воздушной среды

Эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха рабочей зоны является вентиляция, заключающаяся в удалении из помещений загрязнённого и нагретого воздуха и подаче в него свежего.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях.

По способу перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную, механическую (искусственную) и комбинированную.

Естественную вентиляцию делят на аэрацию и проветривание.

Механическая вентиляция в зависимости от направления воздушных потоков бывает приточной, вытяжной и приточно-вытяжной, по организации воздухообмена – общеобменной и местной, по времени действия – постоянно действующей и аварийной.

Естественная вентиляция производственных помещений может быть неорганизованной и организованной [2].

При неорганизованной вентиляции поступление и удаление воздуха происходят через неплотности и поры наружных ограждений, через окна, форточки, двери.

Воздух поступает в зоны I - II за счет разрежения, существующего ниже плоскости равных давлений и удаляется из зоны III за счет избыточного давления, которое существует выше плоскости равных давлений I.

Организованная естественная вентиляция предусматривает использование аэрации и дефлекторов. Аэрация в холодных цехах осуществляется за счет ветрового давления, а в горячих – за счет отдельного или совместного действия гравитационного и ветрового давлений. Схема аэрации приведена на рис. 6.1.

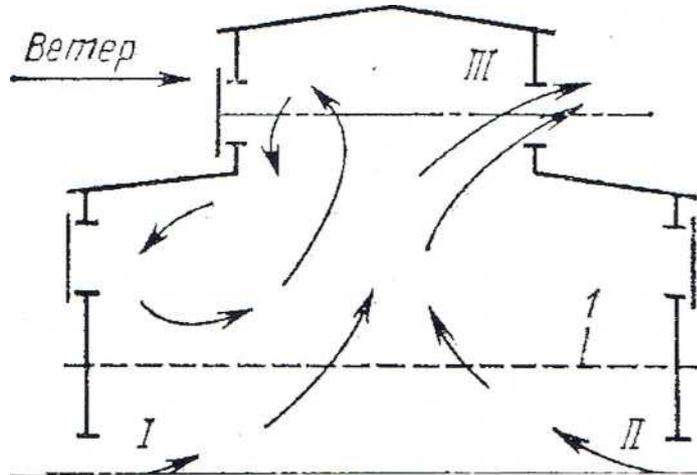


Рис. 6.1. Схема аэрации:
I – плоскость равных давлений; I, II – зоны разрежения;
III – зона избыточного давления

В зимнее время наружный воздух подается через верхний ярус оконных проемов на высоте 4-7 метров от пола с таким расчетом, чтобы общая величина гравитационного давления (P_g), под влиянием которого происходит воздухообмен в помещении, была равна

$$P_g = h \cdot g(P_n - P_{вн}), \quad (6.2)$$

где h – вертикальное расстояние между центрами приточного и вытяжного отверстий, м;

$P_n, P_{вн}$ – плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Наибольшее распространение получили дефлекторы ЦАГИ (рис.6.2)

Механическая вентиляция более совершенна по сравнению с естественной, но требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. В системах механической вентиляции воздухообмен осуществляется вентиляторами (центробежными или осевыми) и в некоторых случаях эжекторами.

Аэрация экономична, является мощным средством борьбы с избыточными тепловыделениями, но она малоэффективна в летнее время, и поступающий в помещение воздух не обрабатывается.

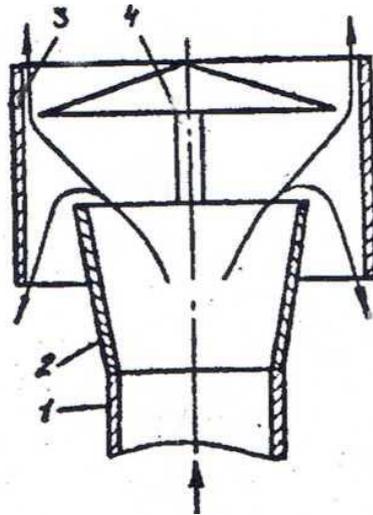


Рис. 6.2 Принципиальная схема дефлектора ЦАГИ:
1 – цилиндрический патрубок; 2 – диффузор; 3 – обечайка; 4 – зонтик

В целях повышения эффективности воздухообмена через вытяжные трубы или шахты на их устья устанавливаются дефлекторы. Усиление тяги происходит благодаря разрежению, возникающему при обтекании дефлектора ветром.

На рис. 6.3 приведены схемы механической общеобменной вентиляции [3].

Для эффективной работы системы вентиляции важно, чтобы были выполнены следующие технические и санитарно-гигиенические требования:

- количество приточного воздуха должно соответствовать количеству удаляемого (вытяжки);

- приточные и вытяжные системы в помещении должны быть размещены так, чтобы свежий воздух поступал в те части помещения, где количество вредных выделений минимально, а удалялся – где выделения максимальны;

- система вентиляции не должна вызывать переохлаждения или перегрева работающих;

- система вентиляции не должна создавать шум на рабочих местах, превышающий допустимые уровни;

- система вентиляции должна быть электро-, пожаро- и взрывобезопасна, проста по устройству, надежна в эксплуатации и эффективна.

Место для забора свежего воздуха выбирают с учётом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям, вдали от мест загрязнений. Для подбора вентиляторов нужно знать требуемую производительность и полное давление, которые определяются расчётным путём (расчёт на практических занятиях).

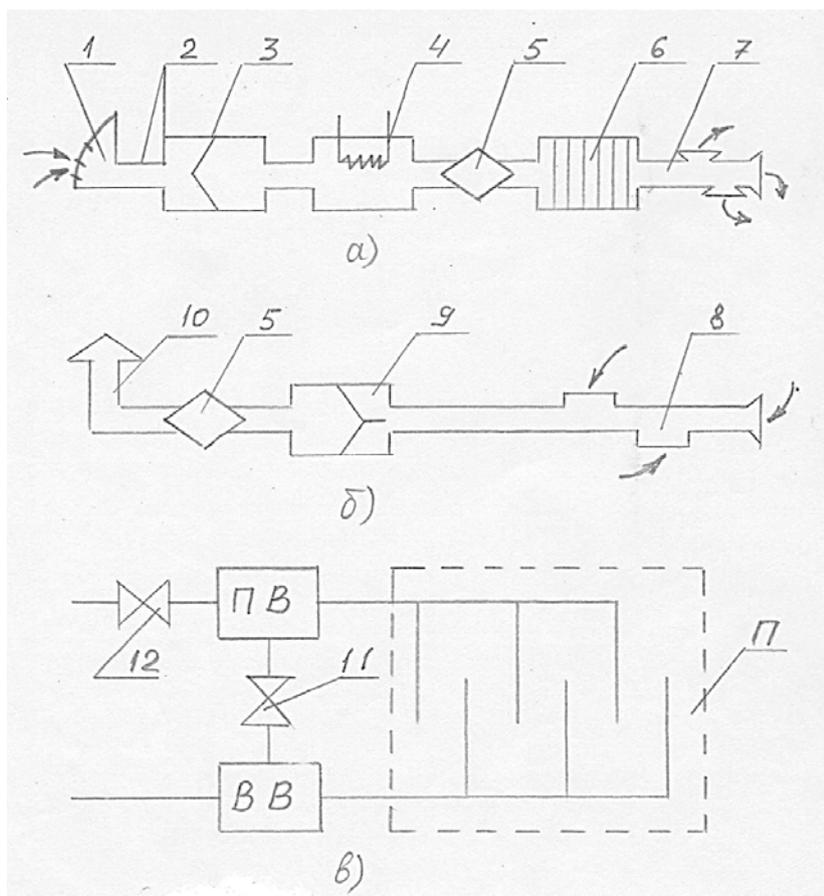


Рис.6.3 Схемы общеобменной вентиляции:
 а – приточная вентиляция (ПВ); б – вытяжная вентиляция (ВВ);
 в – приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией;
 1 – воздухозаборное устройство; 2 – воздуховоды; 3 – фильтр; 4 – калорифер;
 5 – побудитель движения; 6 – увлажнитель-осушитель;
 7 – воздухораспределители; 8 – воздухоприемники; 9 – аппарат очистки
 воздуха; 10 – рассеиватель; 11, 12 – регулировочные вентили

Кондиционирование воздуха – это создание и автоматическое поддержание в помещениях оптимальных параметров микроклимата независимо от наружных метеорологических условий. Кондиционеры могут быть местными (для обслуживания небольших отдельных помещений) и центральными (для обслуживания нескольких помещений). Они бывают двух видов: установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающие постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха; установки неполного кондиционирования, обеспечивающие постоянство только части этих параметров или одного. Принципиальная схема кондиционера представлена на рис. 6.4 [3].

Цель отопления помещений – поддержание в них в холодное время года заданной температуры воздуха.

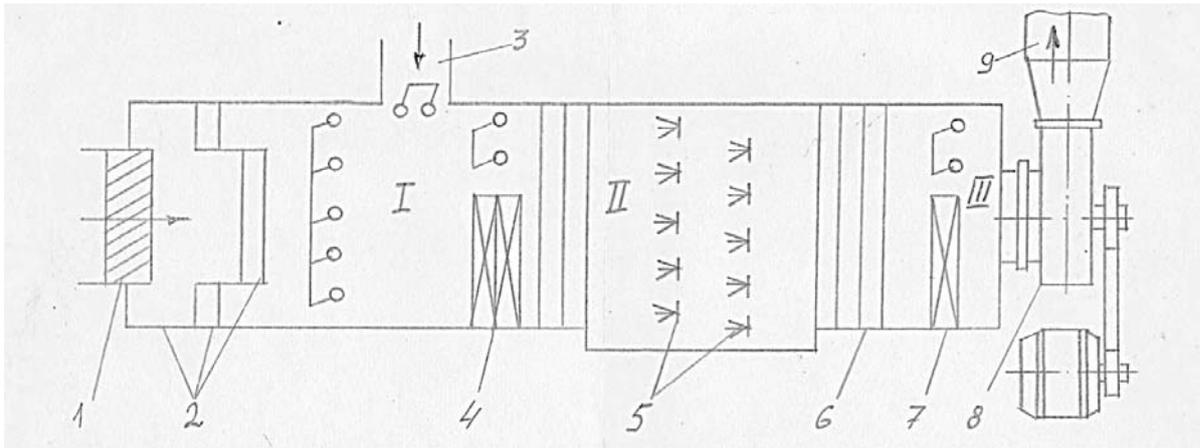


Рис. 6.4 Схема устройства кондиционера:
 1 – заборный воздуховод; 2 – фильтр; 3 – соединительный воздуховод;
 4 – калориферы первой и второй ступени подогрева; 5 – форсунки системы орошения; 6 – переходник; 7 – калориферы второй ступени подогрева; 8 – вентилятор; 9 – отводной воздуховод

Система отопления должна компенсировать потери теплоты Q_n , состоящие из потерь через строительные ограждения $Q_{огр}$, а также осуществить нагрев проникающего в помещение холодного воздуха $Q_{х.в.}$, поступающих материалов и транспорта Q_m . Эти потери в Вт (ккал/4) можно определить по формуле

$$Q_n = Q_{огр} + Q_{х.в.} + Q_m. \quad (6.3)$$

Из этих потерь основными являются потери теплоты через строительные ограждающие конструкции (стены, потолки, окна и т.д).

Потери теплоты через ограждения рассчитывают отдельно для каждой ограждающей конструкции, а затем полученные результаты теплоты суммируют.

Количество теплоты, расходуемое на нагрев холодного воздуха, составляет обычно 20-30 % потерь теплоты Q_n , а на нагрев поступающих извне материалов, транспорта – 5-10 %.

На основании данных расчёта тепловых потерь и выделений теплоты на производстве составляют балансы теплоты производственного помещения и определяют мощности отопительных установок. Отопление устраивают только в тех случаях, когда потери теплоты превышают выделения теплоты Q в помещении, т.е. $Q_n > Q$. В нерабочее время для поддержания в помещениях температуры $+5-10$ °С, а также на случай ремонтных работ устраивают дежурное отопление.

В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

Системы водяного отопления наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении. В качестве побудителей движения воды используют водяные насосы и элеваторы. Вода в систему отопления подаётся ли-

бо от собственной котельной предприятия, либо от районной или городской котельной и ТЭЦ.

Системы парового отопления применяют для промышленных целей. В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, ребристые трубы, регистры из гладких труб.

Воздушная система отопления характерна тем, что подаваемый воздух предварительно нагревается в калориферах (водяных, паровых и электрокалориферах). В зависимости от расположения и устройства системы воздушного отопления бывают центральными и местными.

В административно-бытовых помещениях находит применение панельное отопление, которое работает за счёт отдачи теплоты от строительных конструкций, в которых проложены трубы с циркулирующим в них теплоносителем.

6.3. Нормирование параметров и уровней загрязнения воздушной среды

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда «Воздух рабочей зоны» в виде оптимальных и допустимых величин. Оптимальные – создают ощущение теплового комфорта, а допустимые – могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжения реакции терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. Нормы установлены для рабочей зоны – пространства высотой до 2 метров над уровнем пола или площадки, на которой находится рабочее место.

В табл. 6.1 приведены оптимальные нормы в зависимости от категории работ [3].

Т а б л и ц а 6 . 1

Оптимальные нормы температуры и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Оптимальная температура, °С	Оптимальная скорость движения, м/с
Холодный	Легкая - Ia	22...24	0,1
	Легкая - Ib	21...23	0,1
	Средней тяжести - Па	18...20	0,2
	Средней тяжести - Пб	17...19	0,2
	Тяжелая - III	16...18	0,3
Теплый	Легкая - Ia	23...25	0,1
	Легкая - Ib	22...24	0,2
	Средней тяжести - Па	21...23	0,3
	Средней тяжести - Пб	20...22	0,3
	Тяжелая - III	18...20	0,4

П р и м е ч а н и е : Относительная влажность воздуха всех периодов года – 40-60%.

6.4. Контроль параметров микроклимата

Контроль параметров микроклимата определён санитарными нормами. Контроль состояния воздушной среды производственных помещений проводится измерением ее параметров и сравнением их с нормируемым значениями.

Измерение температуры воздуха осуществляется на высоте 1,3-1,5 м от пола в нескольких точках помещения ртутным или спиртовым термометром.

Определение относительной влажности воздуха выполняется психрометрами.

Скорость перемещения воздуха измеряют анемометрами (механическими, индукционными, аэродинамическими), а также кататермометрами и термоанемометрами.

Давление атмосферы измеряют барометрами (механическими- anerоидами или ртутными).

Интенсивность теплового излучения измеряют актинометрами.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен устанавливаться: непрерывный – для веществ I-го класса опасности; периодический – для веществ 2,3 и 4-го классов опасности.

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), которые принято оценивать в миллиграммах на метр кубический. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия должно соблюдаться следующее условие:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} < 1, \quad (6.4)$$

где C_1, C_2, C_n – концентрации соответствующих вредных веществ в воздухе, мг/м³;
 $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ, мг/м³.

При одновременном содержании нескольких видов вредных веществ разного действия ПДК остаются такими же, как и при изолированном действии.

В воздухе, поступающем внутрь производственных помещений, концентрации вредностей не должны превышать 30% ПДК, установленных для рабочей зоны этих помещений.

Удаляемый воздух, содержащий вредные вещества, перед выбросом в атмосферу подлежит очистке до концентраций, принятых для воздуха, поступающего в помещение.

Для населенных пунктов ПДК установлены значительно меньшими по сравнению с ПДК для воздуха рабочей зоны.

Для определения концентрации вредных веществ в воздухе применяют лабораторные, экспрессные и автоматические методы. Эти методы основаны на калориметрии, нефелометрии, фотокалориметрии, спектрографии, хроматографии. Для быстрого определения содержания вредных веществ в воздухе применяют экспресс-методы. Эти методы выполняются с помощью газоанализаторов и основаны на цветной реакции между индикаторным порошком, засыпанным в стеклянную трубку, через которую протягивается анализируемый воздух, и исследуемым веществом. Содержание пыли в воздухе можно определять весовым, счетным, электрическим и фотоэлектрическими методами.

Весовой метод основан на протягивании запыленного воздуха через фильтр, задерживающий пылевые частицы и определении массы пыли, находящейся в единице объема воздуха. Для определения дисперсного состава пыли применяют анализатор запыленности АЗ-5.

При определении содержания пыли в рабочей зоне пробы воздуха отбирают на высоте примерно 1,5 м от пола (что соответствует зоне дыхания) в непосредственной близости к месту работы.

7. ШУМ

В числе проводимых в производственной сфере мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда работающих на предприятиях (совершенствование технологических процессов, механизация и автоматизация производства и т.д.) немаловажное значение имеет борьба с производственным шумом, оказывающим при определённых условиях вредное воздействие на организм человека.

В условиях научно-технического прогресса развитие техники сопровождается повышением быстроходности машин и механизмов, увеличением нагрузок, вибраций и другими явлениями, вызывающими появление всё более сильного шума.

Борьба с производственным шумом требует значительных материальных затрат. Существует мнение, что эти затраты являются непроизводительными. Однако анализ этой проблемы отвергает такое мнение. Утомление работников, вызванное повышенным уровнем шума, вызывает снижение производительности труда, увеличивает число ошибок при работе, приводит к производственным травмам, заболеваниям.

7.1. Звук и его параметры

Звуковые волны – это механические колебания упругой среды: газа, жидкости, твёрдого тела.

В быту под шумом понимают разного рода нежелательные акустические помехи при воспроизведении речи, музыки, а также любые звуки, мешающие отдыху и работе.

Шум характеризуется физическими физиологическими параметрами.

С физической стороны шум характеризуется:

- звуковым давлением;
- уровнем звукового давления;
- интенсивностью (силой) звука;
- уровнем интенсивности (силы) звука;
- звуковой мощностью;
- уровнем звуковой мощности;
- частотой колебаний и др. параметрами.

Звуковое давление P (давление звуковой волны) – представляет собой разность между мгновенным значением полного давления и средним статистическим давлением, которое наблюдается в среде при отсутствии звукового поля. Единицей измерения звукового давления в системе СИ является Паскаль(Па).

Ухо человека способно воспринимать диапазон давлений от 10^{-5} до 10^2 Па, т.е. различающихся примерно в 10^7 раз. Поэтому для удобства вычислений и снятия отсчётов со шкал измерительных приборов установлена логарифмическая шкала, в которой очень большой диапазон звуковых давлений уложен в сравнительно небольшой шкале логарифмических единиц. Переход от одного деления шкалы к другому соответствует изменению звукового давления не на определённое число единиц, а в определённое число раз.

Например, ($P_1=10$ Па, $P_2=100$ Па, $P_3=1000$ Па, а $\lg 10 = 1$, $\lg 100 = 2$, $\lg 1000 = 3$ и т.д.).

Каждая ступень такой шкалы, соответствующая изменению звукового давления в 10 раз, называется белом. Человеческое ухо в состоянии отличить и меньшие изменения звукового давления. Поэтому в акустике принята более мелкая единица измерения, равная $1/10$ Бела – децибел (дБ).

Уровень звукового давления L_p – это десятичный логарифм отношения среднестатистического значения звукового давления в точке измерения (P) к пороговой величине звукового давления (P_0), умноженной на 20.

На практике принимают $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па (звуковое давление едва слышимого звука).

Величину уровня звукового давления в дБ определяют по формуле

$$L_p = 20 \lg (P/P_0).$$

Интенсивностью (силой) звука I называется количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени сквозь единицу площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны.

Интенсивность (сила) звука измеряется в Вт/м².

Примеры звуков различной силы приведены в табл. 7.1.

Уровень интенсивности (силы) звука L_I принято измерять в децибелах (реже – в белах). Число децибел равно десятичному логарифму отношения измеренной интенсивности I к пороговой интенсивности, умноженному на 10, т.е.

$$L_I = 10 (\lg I/I_0)$$

Обычно принимают I_0 равным 10^{-12} Вт/м².

Распространению звуковых волн сопутствует распространение звуковой энергии. Звуковое давление не полностью характеризует источник шума. Источник шума в помещении большого объёма может оказаться еле слышимым, а в помещении малого объёма может создать высокое звуковое давление. Для полной характеристики источника шума используют понятие звуковая мощность.

Таблица 7.1

Сила звука (примерные значения), Вт/м²

Децибелы	I, Вт/м ²	Примеры звуков указанной силы
0	10 ⁻¹²	<u>Порог слышимости звука</u> (предел чувствительности человеческого уха)
10	10 ⁻¹¹	Шорох листьев. Слабый шепот на расстоянии 1 м
20	10 ⁻¹⁰	Тиканье часов. Тихий сад
30	10 ⁻⁹	Перелистывание страниц газеты. Тихая комната. Средний уровень шума в зрительном зале
40	10 ⁻⁸	Негромкая музыка. Шум в жилом помещении
50	10 ⁻⁷	Слабая работа громкоговорителя, шум в ресторане или учреждении с открытыми окнами
60	10 ⁻⁶	Обычный разговор на расстоянии 1 м, шум в магазине, громкий радиоприёмник, улица средней оживлённости
70	10 ⁻⁵	Громкая речь, шум мотора грузового автомобиля, шум внутри трамвая
80	10 ⁻⁴	Машинописное бюро, шумная улица
90	10 ⁻³	Автомобильный гудок, шум в вагоне метрополитена
100	10 ⁻²	Клепальная машина, сирена, кабина пассажирского самолёта
110	10 ⁻¹	Пневматический молот, поезд- экспресс
120	1	Реактивный двигатель на расстоянии 5 м, гром
130	10	Болевой предел, звук уже не слышен
110	10 ⁻¹	Пневматический молот, поезд- экспресс
120	1	Реактивный двигатель на расстоянии 5 м, гром
130	10	Болевой предел, звук уже не слышен

Звуковой мощностью P , называется общее количество звуковой энергии, излучаемое источником шума в окружающее пространство за единицу времени. Звуковая мощность измеряется в Вт.

Уровень звуковой мощности L_p – это десятичный логарифм отношения измеренной звуковой мощности P к пороговой мощности P_0 . При определении уровня звуковой мощности в дБ указанное отношение следует умножить на 10.

$$L_p = 10 \lg (P/P_0).$$

Пороговое значение принимают равным 10⁻¹² Вт.

Величина уровня звуковой мощности позволяет сравнивать шумовые характеристики отдельных механизмов, агрегатов, машин в любых акустических условиях.

Мощность звука в различных условиях приводится в табл.7.2.

Таблица 7.2

Мощность звука отдельных источников

Источник звука или вид звука	Мощность звука, Вт
Рояль	$2 \cdot 10^{-12} - 2 \cdot 10^{-1}$
Человеческий голос	$1 \cdot 10^{-9} - 2 \cdot 10^{-3}$
Шёпот тихий	$1 \cdot 10^{-9}$
Речь нормальной громкости	$(0,5-10) \cdot 10^{-6}$
Большой оркестр	$7 \cdot 10^{-5} - 70$
Большой барабан	до 25
Мощный громкоговоритель	до 100

Частота звуковых колебаний f это число колебаний в единицу времени (обычно в 1с). Единица измерения частоты колебаний – одно колебание в 1с - 1 герц (Гц).

Звуковые волны, частоты которых заключены в пределах от 16 до 20000 Гц, называются слышимыми звуками, т.к. они воспринимаются нормальным человеческим ухом. Наиболее чувствительными для уха являются звуковые колебания с частотами 1000-1400 Гц.

Звуковые волны с частотами менее 16 Гц называются инфразвуковыми, а с частотами более 20000 Гц – ультразвуковыми.

Шкала звуковых волн, их способы возбуждения и некоторые области применения даны в табл.7.3.

Таблица 7.3

Шкала механических волн

Частота, Гц	Наименование	Способы возбуждения	Применение
0,5-20	Инфразвуки	Колебания воды в больших водоёмах, биения сердца	Предсказания погоды, диагностика заболеваний сердца
20-2·10 ⁴	Слышимые звуки	Голос человека и животных, музыкальные инструменты, свистки, сирены, громкоговорители и т.д.	Для связи и сигнализации, а также измерения расстояний(звукометрия)
2·10 ⁴ -10 ¹⁰	Ультразвук	Магнитострикционные и пьезоэлектрические излучатели, свисток Гальтона; возбуждаются также некоторыми животными и насекомыми (летучие мыши, сверчки, саранча и т.д.)	Гидролокация, очистка деталей и строительных конструкций, ускорение химических реакций, медицинские и биологические исследования, молекулярная физика
10 ¹¹ и выше	Гиперзвуки	Тепловые колебания молекул	В научных исследованиях

Шум как физиологическое явление характеризуется высотой звука, громкостью, продолжительностью действия и др. параметрами.

Физической характеристике – частоте колебаний соответствует физиологическое понятие – высота звука.

Малые частоты колебаний вызывают ощущение так называемого низкого тона (бас, баритон). Большие частоты колебаний вызывают ощущение звука высокого тона (сопрано, дискант).

Характер восприятия звука органами слуха зависит от его спектра частот. Шумы обладают сплошным спектром, музыкальные (тональные) звуки – линейчатым спектром частот.

Физической характеристике интенсивности (силе звука) соответствует физиологическое понятие – громкость. Громкость звука является мерой силы слухового ощущения и зависит от давления и частоты.

Диапазон частот звука при пении приведен в табл.7.4

Т а б л и ц а 7 . 4

Диапазон частот звука при пении, Гц

Голос	Диапазон частот	Голос	Диапазон частот
Бас	80-350	Меццо-сопрано	200-900
Баритон	100-400	Сопрано	150-1000
Тенор	130-500	Колоратурное сопрано	260-1300
Контральто	170-780		

7.2. Классификация производственного шума, его воздействие на организм человека

Характер шума зависит от вида источника шума.

Различают:

- механический шум, возникающий в результате движения отдельных деталей и узлов машин или механизмов с неуравновешенными массами;
- ударный шум, возникающий при некоторых технологических процессах (при ковке, штамповке, клёпке и др.);
- аэродинамический шум, возникающий при больших скоростях движения газа, жидкости;
- взрывной (импульсный), возникающий при работе двигателей внутреннего сгорания, взрывных работах и т.д.

Кроме того, шум классифицируется по характеру спектра и временным характеристикам.

По характеру спектра шум следует подразделять на широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

Так, гармонические колебания определённой частоты воспринимаются органом слуха как определённый музыкальный тон (например, звучание камертона, струны). Тональный характер шума для практических целей (при контроле его параметров на рабочих местах) устанавливают измерением в третьооктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шум следует подразделять на:

– постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБ. А при измерениях на временной характеристике “медленно” шумомера по ГОСТ;

– непостоянный, уровень звука которого при тех же условиях изменяется более чем на 5 дБ.

Непостоянный шум, в свою очередь, следует подразделять на:

– колеблющийся во времени, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

– прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ и более), причём длительность интервалов, в течение которых уровень остаётся постоянным, составляет 1 с и более;

– импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Шум на производстве неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание работающих, увеличивает число ошибок в работе, замедляет скорость психических реакций. Шум снижает работоспособность, ухудшает качество работы, приводит к возникновению несчастных случаев на производстве.

Шум оказывает вредное влияние на весь организм человека: угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменение скорости дыхания и пульса, может привести к нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, профессиональных заболеваний.

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня до 40...70 дБ (не на производстве) создаёт значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности труда, а при длительном действии может явиться причиной невротозов, язвенной и гипертонической болезни.

Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха – тугоухости или профессиональной глухоте. Кроме патологии органов слуха наблюдаются выраженные неспецифические изменения других систем. Появляются головные боли, повышенная утомляемость, боли в области сердца и др., снижается память

7.3 Ультразвук и инфразвук, их источники и влияние на здоровье работников

Ультразвук – это упругие колебания и волны с частотой от 20000 Гц до 10^6 кГц.

При действии ультразвука на биологические объекты (в том числе и на человека) в органах и тканях на расстояниях, равных половине длины волны, может возникать разность давлений от 0,01 до 0,1 Па. Это приводит к различным эффектам в организме. При небольших интенсивностях ультразвука (до $1 \dots 2$ Вт/см²) механические колебания приводят к своеобразному массажу (микромассажу) тканей, способствующему лучшему обмену веществ и лучшему снабжению тканей кровью и лимфой. При повышении интенсивности ультразвука возникает акустическая кавитация, сопровождающаяся механическим разрушением клеток и тканей. Это ведёт к нарушению функций нервной системы, слухового и вестибулярного анализаторов, изменению свойств и состава крови. Контактное воздействие ультразвука на руки приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, снижению болевой чувствительности. При уровне звукового давления 120 дБ наступает поражающий эффект.

Источниками ультразвуковых колебаний являются сирены, магнито-стрикционные и пьезоэлектрические излучатели.

Ультразвуки применяются в технике для контрольно-измерительных целей (гидролокация, дефектоскопия, измерение толщины стенок трубопроводов и слоя накипи и т. д.), а также для осуществления и ускорения различных технологических процессов.

Ультразвуковая дефектоскопия используется для обнаружения внутренних дефектов – трещин, раковин, неоднородностей структуры – в твёрдых телах. Она основана на явлении рассеяния ультразвуковых волн от поверхностей дефектных областей тела.

Дробящее действие ультразвуков используется в различных технологических процессах: для образования эмульсий и суспензий, снятия плёнок окислов и обезвреживания поверхностей деталей, стерилизации жидкостей, размельчения зёрен фотоэмульсии и т.д.

Разрушающее действие ультразвуковых волн в жидкости, на поверхность твёрдого тела заметно увеличивается при введении в жидкость

мелких абразивных частиц. Это явление используется для ультразвукового шлифования и полирования, а также «сверления» отверстий различных форм в стекле, керамике, сверхтвёрдых сплавах и кристаллах.

Ультразвук ускоряет протекание процессов диффузии, растворения и химических реакций.

Ультразвук используется для газоочистки, так как вызывает коагуляцию содержащихся в газах мельчайших твёрдых частиц и капелек жидкости.

Ультразвуковые волны широко используются в молекулярной акустике для исследования акустическими методами строения и свойств вещества.

Инфразвук – это область неслышимых звуков с частотами менее 16 Гц. При воздействии инфразвука на организм человека при уровнях звукового давления от 110 до 150 дБ могут наблюдаться нарушения в работе центральной нервной системы, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, вестибулярного анализатора. Отмечаются жалобы на головные боли, головокружение, снижение внимания и работоспособности; могут появиться чувство страха, сонливость, затруднение речи.

Инфразвук на производстве оказывает вредное влияние на организм человека лишь в сочетании с шумами звукового диапазона частот, особенно низкочастотного.

В машиностроении основными источниками инфразвука являются двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, вентиляторы, поршневые компрессоры, машины и механизмы, работающие с числом рабочих циклов менее 20 1/с.

7.4. Нормирование акустического воздействия и меры защиты

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, при разработке необходимых мер по шумоглушению и др.) допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеряемый на временной характеристике «медленно» шумомера.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий – эквивалентный по энергии уровень звука в дБА, определяемый в соответствии с ГОСТом.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука $A_{\text{экв}}$ в дБА данного непостоянного шума – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднее квадратическое звуковое давление, что и

данный непостоянный шум в течение определённого интервала времени. Величина $A_{\text{ЭКВ}}$ определяется по формуле

$$A_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \quad (7.1)$$

где T – время действия шума, ч;

$P_A(t)$ – текущее значение среднего квадратического звукового давления с учётом коррекции «А» шумомера, Па.

Допустимые уровни для различных условий деятельности человека на рабочих местах (предприятия, учреждения, организации, транспорт различных видов) приведены в табл. 7.5 и 7.6 [3].

Гигиенические нормативы шума определены ГОСТом и «Санитарными нормами допустимых уровней шума».

Т а б л и ц а 7.5

Уровни шума для различных видов трудовой деятельности с учётом степени напряжённости труда

Вид трудовой деятельности	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
Работа по выработке концепций, новых программ; творчество; преподавание	40
Труд высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу	50
Высококвалифицированная умственная работа, требующая сосредоточенности; труд, связанный исключительно с разговорами по средствам связи	55
Умственная работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; высокоточная категория зрительных работ	60
Умственная работа по точному графику с инструкцией (операторская), точная категория зрительных работ	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью, периодическим контролем	80

Нормирование шума для условий городской застройки проводится в соответствии с действующими «Санитарными нормами допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» «Защита от шума».

Таблица 7.6

Уровни звукового давления и уровни звука

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА, и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Помещения КБ, ВМ, лаборатории, приём больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Помещения управлений, кабинеты цехов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Пульт оператора, машбюро, участки точной сборки, телефонно-телеграфные станции, залы обработки информации ВМ	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Помещения для проведения экспериментов, рабочие места за пультами в кабинетах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи, помещения для размещения шумных агрегатов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Примечания:

1. Допускается в отраслевой документации устанавливать более жёсткие нормы для отдельных видов трудовой деятельности с учётом напряжённости труда.
2. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с ультразвуковым давлением свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТом. Нормирование инфразвука на рабочих местах производится по санитарным нормам, а нормирование инфразвука в условиях городской застройки – в соответствии с СанПиН («Санитарные нормы допустимых уровней инфразвука и низкочастотного шума на территории жилой застройки»).

Для предотвращения вредного влияния шума на организм человека принимают ряд организационных, технических и медицинских мер.

Организационно-технические мероприятия:

1. Замена шумного оборудования менее шумным.
2. Размещение сильношумных машин и агрегатов в отдельных помещениях.
3. Планирование времени работы шумного оборудования таким образом, чтобы в это время работало меньше людей.
4. Озеленение территории предприятия.

Инженерные методы борьбы с шумом:

1. Уменьшают шум в источниках его возникновения.
2. Предотвращают распространение шума от источников его образования, используя местную звукоизоляцию, амортизацию и звукопоглощение
3. Уменьшают аэродинамические шумы.

Борьба с уличным шумом ведётся путём замены трамвайного транспорта троллейбусным и автобусным, ограничения использования звуковых сигналов. Зоны, где уровень шума достигает 85 дБ, обозначают предупредительными знаками, а работающих в этих зонах снабжают индивидуальными звукоизоляционными наушниками.

В связи с единой этиологией клинических нарушений в медицинской литературе появился термин «шумная болезнь». Для профилактики такой болезни проводят различные медицинские мероприятия, среди которых важное значение имеют: курортное лечение, лечебная гимнастика, применение сосудорасширяющих и ганглиоблокирующих средств (пентамин, диколин и др.) при спазмах периферических сосудов, в ранней стадии гипертонической болезни и др.

Важными мероприятиями являются тщательный профессиональный отбор при поступлении на работу, постоянный лечебный контроль, строгое выполнение мероприятий по охране труда. Все указанные мероприятия по уменьшению влияния шума на здоровье человека проводят отдельно, а чаще в комплексе, в зависимости от конкретных условий производства.

Основными мерами по защите от вредного влияния ультразвука являются:

1. Использование более низких частот.
2. Применение кожухов, экранов.
3. Размещение ультразвуковых установок в специальных кабинах с дистанционным управлением.

4. Использование конденсаторных микрофонов.

5. Исключение непосредственного контакта работающих с рабочей поверхностью оборудования.

К работе с ультразвуковым оборудованием лица моложе 18 лет не допускаются.

Как правило, при работе различных машин на человека воздействует не только шум, но также инфра- и ультразвук.

В машиностроении основными источниками инфразвука являются двигатели внутреннего сгорания, реактивные двигатели, вентиляторы, поршневые компрессоры, машины и механизмы, работающие с числом рабочих циклов менее 20 в секунду.

К основным мероприятиям по борьбе с инфразвуком относятся:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот;

- повышение жёсткости конструкций больших размеров;

- устранение низкочастотных вибраций;

- установка глушителей реактивного типа (резонансных и камерных).

Защита от действия ультразвука может быть обеспечена:

- использованием в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше;

- звукоизоляцией источников ультразвука (кожухи из листовой стали, дюралюминия с обклейкой резиной или рубероидом; из гетинакса; эластичные из трёхслойной резины);

- устройством экранов (в том числе прозрачных) между оборудованием и работающим;

- размещением ультразвукового оборудования в спецпомещениях, кабинах, выгородках;

- исключением непосредственного контакта работающих с ультразвуковым оборудованием и др.

Таким образом, знание параметров шума, его разновидностей и источников возникновения создает предпосылки для осуществления комплекса мер по борьбе с шумом. Нормирование уровней шума позволяет осуществлять контроль и надзор за соблюдением требований руководящих документов.

8. ВИБРАЦИЯ

8.1. Понятие вибрации, её физические характеристики и источники

Вибрация – это механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем.

Вибрация по её использованию может быть полезной или вредной. Полезная вибрация возбуждается преднамеренно вибраторами и используется в строительных, дорожных и других машинах и для выполнения различных технологических операций (вибрационная решетка, вибрационное резание, вибрационный транспорт). Вредная вибрация, возникающая при движении транспортных средств, работе двигателей, турбин и др. машин, иногда приводит к нарушению режима работы и даже разрушению устройств. Для подавления вредной вибрации и снижения её действия применяют различные меры защиты.

В качестве факторов, влияющих на степень и характер неблагоприятного воздействия вибрации, должны учитываться:

- риски (вероятности) проявления различных патологий, вплоть до профессиональной вибрационной болезни;
- показатели физической нагрузки и нервно-эмоционального напряжения;
- влияние сопутствующих факторов, усугубляющих воздействие вибрации (охлаждение, влажность, шум и т.п.);
- длительность и прерывистость воздействия вибрации;
- длительность рабочей смены.

Показатели вибрационной нагрузки на оператора должны формироваться из следующих параметров: виброускорения, виброскорости, вибросмещения, диапазона частот, времени действия вибрации.

8.2. Классификация вибраций

Вибрация проявляется в перемещении центра тяжести симметрии в пространстве, а также в периодическом изменении форм симметрии, которую они имели в статическом состоянии.

Колеблющаяся поверхность источника вибрации соприкасается с окружающим его воздухом, что приводит к образованию синфазной звуковой волны, уровень которой определяется в зависимости от возникающего в ней звукового давления. Таким образом, в большинстве случаев шум является следствием вибраций источника, происходящих со звуковыми частотами. Диапазон колебаний, воспринимаемых как звуковая вибрация, составляет 12...8000 Гц.

Для локальной вибрации направление осей X_L , Y_L , Z_L и их связь с рукой человека показаны на рис.8.1,б. Ось X_L совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации – рукоятки, ложементу, рулевого колеса, рычага управления, обрабатываемого изделия, удерживаемого в руках/. Ось Z_L лежит в плоскости, образованной осью X_L и направлением подачи или приложения силы, и направлена вдоль оси предплечья, Ось Y_L направлена от ладони.

3. По источнику возникновения вибрации подразделяют на транспортные, технологические и транспортно- технологические.

Классификация производственных вибраций приведена на рис. 8.2 [4].



Рис. 8.2 Классификация производственных вибраций

4. В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

Действие локальной вибрации наблюдается при работе с ручным механизированным инструментом, органами ручного управления, т.е. когда колебания непосредственно передаются на отдельные участки тела, соприкасающиеся с источником вибрации.

5. По направлению действия вибрацию подразделяют на вертикальную, распространяющуюся по оси x , перпендикулярной к опорной поверхности; горизонтальную, распространяющуюся по оси y от спины к груди; горизонтальную, распространяющуюся по оси z от правого плеча к левому.

6. По временной характеристике различают: постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ); непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения может быть трех категорий:

1) транспортная, воздействующая на операторов (водителей) подвижных машин и транспортных средств при их движении;

2) транспортно-технологическая, воздействующая на операторов машин с ограниченным перемещением только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок – экскаваторов, грузо-подъемных кранов, бетоноукладчиков и др.;

3) технологическая, воздействующая на операторов стационарного оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки, электрические машины, насосы, вентиляторы и т.п.):

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений;

б) на рабочих местах производственных помещений; где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях для работников умственного труда.

8.3. Воздействие вибраций на организм человека

Согласно современным представлениям, вибрация воспринимается многочисленными механорецепторами, заложенными в коже, мышцах человека. Пороги вибрационной чувствительности повышаются при охлаждении, ишемии и динамической нагрузке; повышается порог чувствительности и с возрастом. С увеличением стажа работы возрастают как абсолютные величины порогов вибрационной чувствительности, так и число лиц с нарушениями виброощущения. Постоянные сдвиги порогов вибрационной чувствительности у работников со стажем работы 10 лет численно приблизительно равны временным сдвигам порогов практически здоровых лиц со стажем до года при определении к концу рабочего дня.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность колебательного процесса в зоне контакта является главным параметром, определяющим развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий.

При повышении частот колебаний на 0,7 Гц и более возможны резонансные колебания в органах человека. Резонанс человеческого тела, отдельных его органов наступает под действием внешних сил при

совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20-30 Гц, при горизонтальных - 1,5-2 Гц.

Особое значение резонанс приобретает по отношению к органу зрения. Расстройство зрительных восприятий проявляется в частотном диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для органов, расположенных в грудной клетке и брюшной полости, резонансными являются частоты 3-3,5 Гц. Для всего тела в положении сидя резонанс наступает на частотах 4-6 Гц.

Вибрационная патология стоит на втором месте (после пылевых) среди профессиональных заболеваний. Рассматривая нарушения состояния здоровья при вибрационном воздействии, следует отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием спектра вибраций. Выделяют три вида вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдают в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

Вибрационная болезнь от воздействия и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий.

Особую опасность представляет локальная вибрация. Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышают риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций. При совместном действии шума и вибрации наблюдается взаимное усиление эффекта в результате его суммации, а возможно, и потенцирования.

Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты и амплитуды, продолжительности воздействия, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явления резонанса и других условий.

При повышении частот колебаний выше 0,7 Гц возможно появление резонансных колебаний. Резонанс человеческого тела, отдельных его частей (органов) наступает под действием внешних сил при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях находится в зоне между 20 и 30, Гц, при горизонтальном расположении – 1,5...2 Гц. Частотный диапазон расстройств зрительных восприятий лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для всего тела в положении сидя резонанс наступает на частотах 4...6 Гц.

Низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы; изменяет углеводный обмен, биохимические показатели крови, что ведет к нарушению белкового, ферментного, а также витаминного и холестерина обмена. На рис. 8.3 приведены виды и результат воздействия вибрации на организм человека.

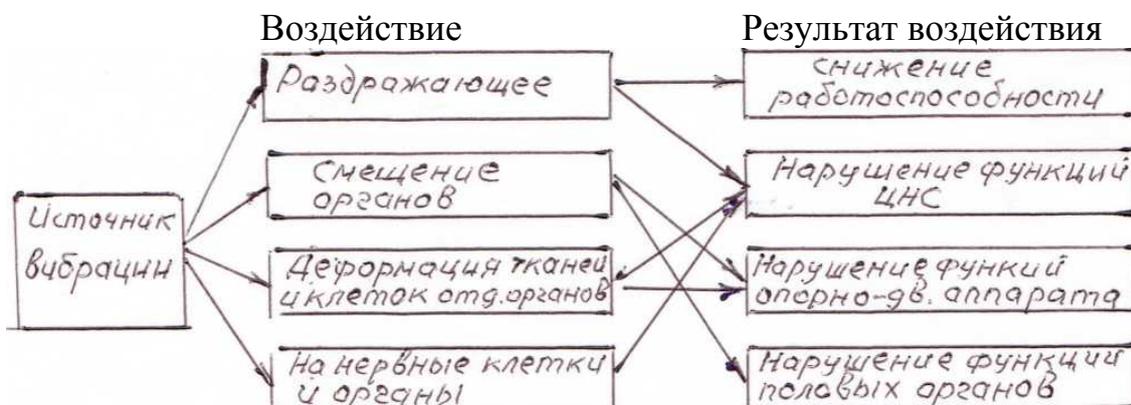


Рис. 8.3. Действие вибраций на человека

Локальной вибрации подвергаются главным образом лица, работающие с ручным механизированным инструментом. Такая вибрация вызывает спазмы сосудов, начиная с пальцев, распространяется на всю кисть, предплечье, охватывает сосуды сердца, при этом нарушается снабжение конечностей кровью. Одновременно локальные вибрации действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, что приводит к снижению чувствительности кожи, окостенению сухожилий мышц, отложению солей в суставах пальцев и кистей и, как следствие, к болям, деформациям и уменьшению подвижности суставов, приступам побеления пальцев.

Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме человека, развитию профессионального заболевания – вибрационной болезни. Опасность развития вибрационной болезни наибольшая при вибрации с частотой 16... 250 Гц. Широкое распространение получила виброболезнь, обусловленная воздействием локальной вибрации, которая приводит к развитию патологии с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппаратов. Эта форма наблюдается у формовщиков, бурильщиков. При вибрационной болезни могут проявляться ноющие, ломящие, тянущие боли в верхних конечностях, беспокоящие больше по ночам или во время отдыха. Одним из постоянных симптомов виброболезни является расстройство чувствительности. В табл.8.1 представлен риск заболевания вибрационной болезнью при действии локальных вибраций в зависимости от профессии и стажа работы.

Т а б л и ц а 8 . 1

Риск заболевания вибрационной болезнью при действии локальных вибраций и зависимости от профессии и стажа работы
(данные Васильева Ю.М.)

Профессия	Риск заболевания, %					Стаж со 100 % риском, лет
	Стаж работы, лет					
	5	10	15	20	25	
Слесарь	0	0	4	21	54	39
Клепальщик	0	4,7	9,9	35	67	39
Формовщик	0,5	2,3	14	40	72	36
Обрубщик	0	11	49	86	98	27

8.4. Нормирование вибраций и меры защиты от них

Для санитарного нормирования и контроля должны использоваться средние квадратические значения виброускорения a или виброскорости v , а также их логарифметрические уровни в дБ.

Логарифметрические уровни виброускорения (L_a) дБ, определяют по формуле:

$$L_a = 20 \lg (a/a_0),$$

где a – среднее квадратическое значение виброускорения, м/с²;
 $a_0 = 10^{-6}$ – пороговое значение виброускорения, м/с².

Логарифмические уровни виброскорости (L_v), дБ, определяют по формуле

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

где V – среднее квадратическое значение виброскорости, м/с;
 $V_0=5 \cdot 10^{-8}$ – пороговое значение виброскорости, м/с, соответствующее пороговому звуковому давлению $P_0=2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием (ГОСТ -12.1.012-04 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»). Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости v (и их логарифмические уровни L_v) или виброускорения a для локальных вибраций в октавных полосах частот, а для общей вибрации – в октавных или третьоктавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, в том числе по дозе вибрации D с учетом времени воздействия. Допустимые значения L_v представлены в табл. 8.2 [см.4].

Для общей и локальной вибрации зависимость допустимого значения виброскорости v_t , м/с, от времени фактического воздействия вибрации, не превышающего 480 мин, определяется по формуле

$$v_t = v \cdot 480/T,$$

где $v \cdot 480$ – допустимое значение виброскорости для длительности воздействия 480 мин, м/с.

Максимальное значение v_t для локальной вибрации не должно превышать значений, определяемых для $T = 30$ мин, а для общей вибрации при $T = 10$ мин.

Таблица 8.2

Допустимые значения виброскорости для общей и локальной вибрации

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Допустимые значения виброскорости			
	Общая вибрация по осям Z, X, Y		Локальная вибрация по Z _p , Y _p	
	м/с 10 ⁻²	дБ	м/с 10 ⁻²	дБ
1	2	3	4	5
2	1,30	108	-	-
4	0,45	99	-	-
8	0,22	98	2,8	115
16	0,20	92	1,4	109
31,5	0,20	92	1,4	109
63	0,20	92	1,4	109
125	-	-	1,4	109
250	-	-	1,4	109
500	-	-	1,4	109
1000	-	-	1,4	109

Гигиеническая оценка вибрации, воздействующей на человека в производственных условиях, производится в процессе:

- а) частотного (спектрального) анализа нормируемого параметра, то есть оценки нормируемого параметра в отдельных частотных диапазонах;
- б) интегральной оценки по частоте нормируемого параметра, то есть общей оценки нормируемого параметра с частотной коррекцией по ответной реакции организма человека;
- в) определения дозы вибрации, то есть оценки энергетического действия вибрации.

Для подавления вредной вибрации и снижения её действия предусмотрены организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические мероприятия.

Организационные мероприятия должны проводиться на основании анализа технологического состояния оборудования и исследования спектров вибрации на рабочих местах и в целом на производственном участке. Своевременный контроль, ремонт оборудования, станков, агрегатов позволит выявить и устранить или уменьшить вибрацию, а следовательно, и шум.

Качественное асфальтовое покрытие дорог, прокладка рельсовых путей, использование подвесных монорельсов уменьшают вибрацию транспортных средств.

К инженерно-техническим мерам защиты от вибрации можно отнести:

- использование виброизоляции, не требующей дополнительных источников энергии;
- статическую и динамическую балансировку;

- подбор инерционных и упругих параметров, исключающих работу в зонах резонансов;
- введение демпфирующих элементов при невозможности работы вдали от области резонанса;
- динамическое гашение вибрации путем присоединения специальных вибрационных или ударно-вибрационных устройств (масса на пружинах, маятник и др.);
- установку гироскопов для гашения угловых колебаний и др.

Лечебно-профилактические меры принимаются, исходя из требований вибробезопасности по санитарным нормам с учетом временных ограничений воздействия вибрации, заложенных в технологический процесс и зафиксированных в проектной документации.

Санитарно-профилактические мероприятия предусмотрены рекомендациями Минздрава России и его органов. Например, для профилактики вибрационной болезни для работающих с инструментом, имеющим опасные параметры вибраций, следует проводить регулярные физиотерапевтические процедуры – теплые ванны для рук при температуре воды 34...36°C. Их следует выполнять один раз в смену всем здоровым рабочим, а также рабочим с начальными явлениями вибрационной болезни.

В качестве меры индивидуальной профилактики важное значение имеют предварительные медицинские осмотры, динамические физиологические исследования на отобранных контингентах рабочих, обслуживающих определенные участки шумных цехов. Задача врачей состоит в установлении связи между определенным вибрационным воздействием и физиологическими сдвигами в различных органах и системах.

Таким образом, вибрация, проявляющаяся как механические колебания упругих систем не только вызывает разрушительные действия устройств, машин, механизмов, но и вредно влияет на здоровье человека, его работоспособность (приводит к вибрационной болезни со всеми вытекающими последствиями). Вибрация вызывает шум. Подавление шума и вибрации является актуальной задачей современности, решение которой оправдывает материальные затраты на борьбу с ними во всех сферах деятельности человека, особенно в промышленной области.

9. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Конструкции, исполнение, способ установки и класс изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов, кабелей, проводов и прочего оборудования должны соответствовать параметрам электроустановки, требованиям действующих норм и правил, а также условиям окружающей среды.

Следовательно, электрооборудование должно быть стойким в отношении воздействия окружающей среды или защищенным от этого воздействия.

Окружающая среда и окружающая обстановка усиливают или ослабляют опасность поражения человека током. Так, сырость, токопроводящая пыль, агрессивные пары, газы и жидкости, плесень и другие органические отложения, разрушающе действуют на изоляцию электроустановок, резко снижая её сопротивление и создавая угрозу перехода напряжения на нетоковедущие части электрооборудования.

Вместе с тем при этих условиях, как и при высокой температуре окружающего воздуха, понижается электрическое сопротивление тела человека, что ещё более увеличивает опасность поражения его током.

Рассмотрим факторы, влияющие на исход поражения человека током, и меры по обеспечению электробезопасности.

9.1. Воздействие электрического тока на организм человека

Воздействие электрического тока на человека может привести к общим и местным травмам.

Общие травмы от поражения током называют электроударами. Они сопровождаются возбуждением самых различных групп мышц тела, что может привести как к судорогам, так и к остановке дыхания и даже сердца. Если не принять своевременных мер, то через 5... 7 мин наступает необратимое состояние (биологическая смерть).

К местным травмам относятся: ожоги, металлизация кожи, электрические знаки, механические повреждения и электроофтальмия.

Ожоги возникают вследствие термического эффекта при прохождении тока через тело человека, а также при внешнем воздействии на него электрической дуги.

Металлизация кожи связана с проникновением в неё мельчайших частиц металла при его расплавлении под действием электрической дуги.

Механическое повреждение обусловлено возбуждением и судорожным сокращением мышц тела, что может вызвать их разрыв или повреждение кожных покровов, вывих суставов и даже перелом костей.

Электроофтальмия – воспаление наружных слизистых оболочек глаз вследствие мощного ультрафиолетового излучения электродуги.

Установлено, что увеличение силы тока приводит к качественным изменениям воздействия его на организм человека. Так, из приведенных в табл. 9.1 данных, видно, что с увеличением силы тока четко проявляются три качественно отличные ответные реакции организма: ощущение, судорожное сокращение мышц (неотпускание для переменного и болевой эффект для переменного и болевой эффект для постоянного тока), фибрилляция сердца.

Таблица 9.1

Воздействие на организм человека переменного тока
промышленной частоты

Сила тока, мА	Характер воздействия
До 1	Не ощущается
1-6	Ощущения тока безболезненны. Управление мышцами не утрачено. Возможно самостоятельное освобождение от контакта с частями, находящимися под напряжением
6-20	Ощущение тока болезненно. Управление мышцами затруднительно, но возможно самостоятельное освобождение от контакта с частями, находящимися под напряжением
20-30	Ощущение тока весьма болезненно. Самостоятельное освобождение от контакта с частями, находящимися под напряжением, невозможно
30 - 50	Сильные судорожные сокращения мышц. Дыхание затруднительно. Возможна остановка сердца
50-100	Парализация дыхания. Возможна фибрилляция сердца, приводящая к смерти
100-500	Фибрилляция сердца. Самовосстановление нормального биения сердца невозможно
500-1000	Ожоги в местах контакта с частями, находящимися под напряжением, фибрилляция сердца
1000 и более	Сильные ожоги, возможна фибрилляция сердца

Рассмотренные реакции организма на действие электрического тока позволили установить три критерия электробезопасности и соответствующие им уровни допустимых токов.

9.2 Критерии электробезопасности и классы электроопасности производственных помещений

Первый критерий – неощутимый ток, который не вызывает нарушений деятельности организма и допускается для длительного (не более 10 мин в сутки) протекания его через тело человека.

Второй критерий – отпускающий ток. Действие этого тока допустимо, если длительность его протекания не превышает 30 с. Его допустимая

величина для переменного тока – 6 мА, для постоянного тока – 15 мА (неболевое ощущение).

Третий критерий – фибрилляционный ток, действующий не более 1с. Допустимая величина для переменного тока - 50 мА, для постоянного – 200 мА.

Поражение будет более тяжёлым, если на пути тока оказывается сердце. Окружающая среда, а также обстановка усиливают или ослабляют опасность поражения током.

При разработке мероприятий по обеспечению электробезопасности необходим учёт класса производственного помещения по опасности поражения электротоком. Указанные помещения могут быть отнесены к трем классам: **без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные:**

1. Помещения без повышенной опасности характеризуются нормальной температурой, влажностью, отсутствием пыли (кабинеты, вычислительные центры, лаборатории).

2. Помещения с повышенной опасностью (сырость до 75%, токопроводящие полы, высокая температура: сушилки, обжиговые печи, котельные и т.д.

3. Особо опасные помещения характеризуются наличием в них сырости до 100%, химически активной или органической среды (пары, газы, жидкости, плесень и др.).

К особо опасным помещениям приравниваются территории размещения наружных электроустановок.

Следовательно, под влиянием того или иного фактора в окружающей обстановке действие электрического тока на организм человека может быть:

- а) тепловым (ожоги);
- б) механическим (разрыв тканей);
- в) электролитическим;
- г) биологическим (паралич дыхания, сердца).

Любое из перечисленных воздействий тока может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги (ГОСТ).

9.3 Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током, причины поражения электрическим током на производстве

Исход поражения человека электрическим током зависит от:

- электрического сопротивления тела человека. Оно может быть от 1 до сотен кОм;
- величины тока. Сила тока зависит от напряжения;

- продолжительности его протекания;
- рода и частоты тока;
- пути прохождения тока через тело;
- от физического и психического состояния человека.

Из всех возможных путей протекания тока через тело человека наиболее опасным является путь: “голова – руки”, “голова – ноги”, путь через сердце и легкие.

Допустимые напряжения прикосновения и токи через человека определены “ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов”. В этом документе изложены следующие требования:

а) напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в табл. 9.2.

Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25 °С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в 3 раза.

Т а б л и ц а 9 . 2

Напряжения и токи, протекающие через тело человека

Род и частота тока	$U_{\text{пр}}, \text{В}$	$I_{\text{пр}}, \text{мА}$
Переменный 50 Гц	До 2,0	до 0,3
Переменный 400 Гц	До 3,0	до 0,4
Постоянный	До 8,0	до 1,0

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц, напряжением более 1000 В не должны превышать значений, указанных в табл. 9.3.

Т а б л и ц а 9 . 3

Предельно допустимые уровни напряжений

Продолжительность воздействия, с	до 0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	более 1
Наибольшее допустимое значение $U_{\text{пр}}, \text{В}$	500	400	200	130	100	65

в) для бытовых электроустановок с U до 1000 В они не должны превышать величин, указанных в табл. 9.4.

Предельно допустимые уровни напряжений

Продолжительность воздействия, с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия, с	Нормируемая величина	
	$U_{\text{нр}}$, В	$I_{\text{нр}}$, МА		$U_{\text{нр}}$, В	$I_{\text{нр}}$, МА
0,01-0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	свыше 1,0	12	2

Переменный ток более опасен, чем постоянный.

Анализ статистических данных о несчастных случаях на производстве показывает, что основными причинами поражения электрическим током являются:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- случайное приближение на недопустимо близкое расстояние к высоковольтным установкам, находящимся под напряжением;
- касание конструктивных элементов оборудования, нормально не находящихся под напряжением (корпусов, кожухов и т.п.), но оказавшихся под напряжением в результате повреждения изоляции или других причин;
- появление напряжения на электроустановках во время монтажа (демонтажа), ремонта и отладки вследствие ошибочного их включения.

9.4 Мероприятия по защите от электротравматизма и электрозащитные средства

Средства защиты по характеру их применения подразделяют на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты (ГОСТ 12.4.011-75).

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги (оперативные, для наложения заземления, измерительные и др.);
- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками для работы в электроустановках;
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие накладки и подставки;

- индивидуальные экранирующие комплекты;
- переносные заземления;
- оградительные устройства и диэлектрические колпаки;
- плакаты и знаки безопасности.

Кроме перечисленных электротехнических средств при работах в электроустановках следует при необходимости применять такие средства индивидуальной защиты, как очки, каски, противогазы, рукавицы, монтажные пояса и страховочные канаты.

Основными мероприятиями по защите от электротравматизма являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции, ограждений, расположения указанных элементов на высоте, в корпусах и в станинах оборудования;

- применение малых напряжений (как правило не выше 42 В) в ручном механизированном инструменте, в местных и переносимых источниках света;

- использование изоляции токоведущих частей: рабочей, двойной (рабочей и дополнительной), усиленной (улучшенной рабочей изоляции, эффективность которой такая же, как и у двойной);

- электрическое разделение сети на отдельные участки с помощью специальных разделительных трансформаторов, что позволяет уменьшить электрическую ёмкость сети и значительно повысить роль сопротивления изоляции;

- выравнивание потенциала земли с целью устранения шагового напряжения за счёт использования не одиночных, а групповых заземлителей;

- применение средств коллективной защиты от поражения электротоком, защитного заземления, зануления и отключения;

- использование средств индивидуальной защиты и специальных электротехнических приборов и устройств;

- организация профотбора путем проведения медицинских осмотров при приеме на работу и периодически раз в 2 года- всех лиц, связанных с эксплуатацией электроустановок;

- обучение и аттестация персонала.

10. ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

10.1. Взрыв, взрывчатые вещества и взрывоопасные объекты

Взрыв представляет собой процесс очень быстрого физического или химического превращения системы, сопровождающийся превращением её потенциальной энергии в механическую работу.

Самым существенным признаком взрыва является резкий скачок давления в среде, окружающей место взрыва.

Взрыв может быть вызван физическими или химическими явлениями. В соответствии с этим различают три вида взрывчатых превращений: физический, химический, ядерный. Примером физического взрыва является взрыв паровых котлов, баллонов со сжатыми газами и др. Примером ядерных взрывов являются цепные ядерные реакции распада или синтеза ядер атомов, сопровождающиеся выделением громадного количества внутриядерной энергии.

Химический взрыв – это процесс чрезвычайно быстрого химического превращения вещества, сопровождающийся столь же быстрым выделением тепла и образованием сильно нагретых газов или паров, производящих работу разрушения или перемещения среды.

Примерами такого процесса служат взрывы веществ, способных под влиянием независимых внешних воздействий к очень быстрому химическому превращению. Такие вещества или составы называются взрывчатыми. К ним относятся: порох, динамит, тротил, тол, толуол, селитра, бензин, водород и др.

В зависимости от скорости процесса химический взрыв имеет две формы: стационарную и нестационарную. При нестационарной форме, если скорость убывает, то взрыв может перейти в горение или вовсе затухнуть. Стационарная форма взрыва называется детонацией.

Скорость детонации для данного взрывчатого вещества и данных условий взрыва представляет собой максимально возможную скорость взрывчатого превращения. Большая плотность энергии обуславливает высокую мощность взрыва и способность к разрушительному действию.

К взрывоопасным объектам относятся: предприятия оборонной, нефтедобывающей, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, химической промышленности, склады легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных газов.

На взрывоопасных объектах возможны следующие виды взрывов:

– неконтролируемое резкое высвобождение энергии за короткий промежуток времени и в ограниченном пространстве (взрывные процессы);

– образование облаков топливно-воздушных смесей (ТВС) или других химических газообразных, пылеобразных веществ, их быстрые взрывные превращения (объемный взрыв);

– взрыв трубопроводов, сосудов, находящихся под высоким давлением, или с нагретой жидкостью, прежде всего резервуаров со сжиженным углеродородным газом.

В городе Пензе к взрывоопасным объектам относятся: нефтебаза, автозаправочные станции, кислородные станции, газозаправочные станции, склады боеприпасов, котельные, объекты с лакокрасочными цехами, газопроводы и газовые подстанции и др.

10.2. Пожар и условия горения

Пожар – это неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

К крупным пожарам на объектах народного хозяйства, соцкультбыта и жилого фонда относятся:

– пожары и выбросы горючей жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов;

– пожары и выбросы газовых и нефтяных фонтанов;

– пожары на складах каучука, резино-технических изделий, предприятий резино-технической промышленности;

– пожары на складах лесоматериалов, деревообрабатывающей промышленности;

– пожары на складах и хранилищах химикатов;

– пожары на технологических установках предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности;

– пожары в жилых домах и учреждениях соцкультбыта, возведенных из дерева.

В основе любого пожара лежит горение.

Горение – сложный физико-химический процесс превращения горючих веществ и материалов в продукты сгорания, который сопровождается интенсивным выделением тепла, дыма и световым излучением и в основе которого лежат быстротекущие химические реакции окисления в атмосфере.

Особенностями горения при пожаре являются: склонность к самопроизвольному распространению огня, сравнительно невысокая степень полноты сгорания, интенсивное выделение дыма, содержащего продукты полного и неполного окисления.

Для возникновения и развития процесса горения обычно необходимы горючее, окислитель и источник горения. Горение прекращается, если нарушить какое-либо из этих условий.

Самовозгорание является результатом самонагревания веществ, т.е. самопроизвольного процесса, заканчивающегося тлением или пламенным горением. Возникновение самовозгорания связано с такими физикохимическими свойствами веществ, как теплота сгорания, теплопроводность, удельная поверхность, объёмная плотность, условия теплообмена с окружающей средой.

Пожары и взрывы на предприятиях (объектах экономики) представляют большую опасность и остаются важной причиной несчастных случаев, причиняют огромный материальный ущерб, отрицательно влияют на работу самого объекта и других, связанных с ним производств.

Под пожарной опасностью понимают возможность возникновения или быстрого развития пожара. Пожарная безопасность предусматривает такое состояние объектов, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и пожарной защиты, включающими комплекс организационных мероприятий и технических средств.

Пожароопасные объекты города Пензы приведены в табл. 10.1.

Т а б л и ц а 1 0 . 1

Пожароопасные объекты г.Пензы

№ ПОО	Горючие вещества	Кол-во, тыс. тонн
1. Нефтебаза	Бензин	64,00
2. Газонаполнительная станция	Пропан	160,00
3. Элеватор	Мука	102,40
	Зерно	150,20
	Комбикорм	400,20
4. Меб. комбинат	Лесоматериал	0,60
5. Ф-ка «Пианино»	Пиломатериал	0,70
6. АО «Маяк»	Целлюлоза, керосин, спирт	40,00
7. Комбинат «Утёс»	Керосин	90,00
	Бензин	90,00
	Дизтопливо	90,00
8. Комбинат «Хлебопродукт»	Мазут	0,06
9. ТЭЦ-1	Мазут	180,00
10. ТЭЦ-2	мазут	16,00
11. Комбинат «Биосинтез»	Спирт	0,20
12. АО «ЗиФ»	Бензин	0,12
13. ЛПДС г.Пензы	Бензин	11,00
14. Аэропорт (склад ГСМ)	Керосин	8,00

10.3. Категории зданий и помещений по пожарной и взрывной опасности

Предотвращение образования горючей смеси, опасной в отношении взрыва и пожара, регламентируют соответствующие СНиПы.

Определение категорий помещений и зданий осуществляется в зависимости от количества и пожаро- и взрывоопасных свойств находящихся/обращающихся/ в них веществ и материалов с учётом особенностей технологических процессов, размещенных в них производств. Различают шесть групп таких веществ:

1. Взрывчатые вещества.

2. Сжатые, сжиженные и растворённые газы (горючие, поддерживающие горение и инертные).

3. Вещества, самовозгорающиеся при контакте с воздухом и водой (щелочные металлы, карбиды щелочных металлов, фосфор и т.д.).

4. Легковоспламеняющиеся жидкости.

5. Вещества, вызывающие воспламенение горючих веществ (серная и азотная кислоты, бром, перманганат калия, хлор, фтор и т.д.).

6. Легкогорючие вещества (древесная стружка, нафталин, вата и т.д.).

Правилами совместного хранения опасных веществ категорически запрещается хранить вместе вещества, реагирующие друг с другом. Совместно можно хранить лишь определенные вещества и материалы, которые входят в отдельную группу.

Исходя из вида горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, помещения и здания соответствующих производств делятся на категории А, Б, В, Г, Д. (табл.10.2) [3].

Т а б л и ц а 1 0 . 2

Категории помещений по степеням взрывопожарной опасности по НПБ 105-03

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
1	2
А Взрыво-опасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасную паро- газо- воздушную смесь, при воспламенении которой развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа например, производство газообразного и жидкого водорода, участки окраски и лакировки

1	2
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать пожаровзрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление более 5 кПа /например, участок маркировки микросхем, помещение шлифовальных станков для обработки твердых горючих металлов, склад баллонов с кислородом, аммиачная станция
В1- В4 Пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категории А или Б например, отделение обработки деталей из магниевых сплавов; отделение холодной обработки /прокатки/; участок обработки резанием пластмасс
Г Горючая	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой энергии, искр, пламени; Горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива, например, образующиеся в литейных и сварочных цехах, отделениях горячего проката, прессово-штамповочных цехах, участках плазменной резки, отделениях термической обработки.
Д негорючая	Негорючие вещества и металлы в холодном состоянии /например, отделение холодной прокатки, отделение обрубки и очистки отливок; склад заготовок, отделение холодной обработки металлов резанием, слесарная обработка, участок общей сборки; участок механических испытаний

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей (А) до низшей (Д).

10.4. Принципы прекращения горения, огнетушащие вещества

Для возникновения и развития процесса горения обычно необходимы горючее, окислитель и источник горения. Горение прекращается, если нарушить какое-либо из этих условий.

Самовозгорание является результатом самонагрева веществ, т.е. самопроизвольного процесса, заканчивающегося тлением или пламенным горением. Возникновение самовозгорания связано с такими физико-химическими свойствами веществ, как теплота сгорания, теплопроводность, удельная поверхность, объемная плотность, условия теплообмена с окружающей средой.

Процесс самонагревания заканчивается самовозгоранием, если вещество обладает способностью окисляться и имеются условия, необходимые для излучения тепла.

Тушение пожара сводится к активному (механическому, физическому или химическому) воздействию на зону горения для нарушения устойчивости реакции одним из принятых средств пожаротушения.

Все огнетушащие вещества можно условно разделить на следующие группы:

– охлаждающие зону реакции горения или горючие вещества (вода, водные растворы солей, твердый диоксид углерода и др.);

– разбавляющие вещества в зоне реакции горения (инертные, водяной пар, тонкораспылённая вода и др.);

– изолирующие вещества (химическая и воздушно-механическая пена, порошковые составы, негорючие сыпучие вещества);

– вещества, тормозящие реакцию горения (хладоны, галогенные углеводороды и др.).

Существующие огнетушащие вещества обладают, как правило, комбинированным воздействием на процесс горения.

Вода по сравнению с другими огнетушащими веществами имеет большую теплоёмкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. Кроме того, вода обладает тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения и изолирует горючие вещества от зоны горения.

Воду нельзя применять при тушении ряда органических жидкостей и химических соединений, а также для тушения электропроводки, находящейся под током.

Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей применяют пену – смесь газа с жидкостью. Эффективными огнетушащими химическими соединениями являются галогенуглеводородные составы, в которые входят фтор, хлор, бром. Хорошие диэлектрические свойства этих составов делают их пригодными для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением. Низкая температура замерзания позволяет использовать их при минусовых температурах, а хорошая смачиваемость – тушить тлеющие материалы. К недостаткам следует отнести высокую токсичность продуктов их термического разложения и высокую коррозионную активность. Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой или другими огнетушащими веществами, применяют различные порошковые составы. Принцип тушения порошковыми составами заключается в изоляции паров и газов от зоны горения. Порошковые составы обладают следующими преимуществами: высокой огнетушащей эффективностью, возможностью тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением, их можно использовать при минусовых

температурах. Они применяются для тушения металлов и металлоорганических соединений, тушения газового пламени.

10.5. Методы и средства тушения пожаров

Потушить пожар можно следующими методами:

- охлаждением очага горения;
- изоляцией очага пожара от воздуха;
- разбавлением веществ в зоне горения;
- созданием огнепреграждения в зоне реакции, при котором пламя распространяется через узкие каналы с потерей тепловой энергии в стенках каналов;
- механическим срывом пламени в результате воздействия на него сильной струёй воды или газа;
- ингибированием горения, т.е. интенсивным торможением скорости химических реакций в пламени.

Данные методы могут быть реализованы с помощью огнетушащих веществ.

Методы тушения реализуются средствами пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители, бочки с водой, вёдра, лунки с песком, ломы, топоры, лопаты и т.д.

Огнетушители классифицируют по следующим признакам:

- по способу транспортировки (переносные и передвижные);
- по виду огнетушащих веществ (водные, пенные, углекислотные, порошковые и др.);
- по способу подачи огнетушащего вещества к очагу пожара (под давлением газов в результате химической реакции, под давлением заряда или рабочего газа над огнетушащим веществом, под давлением газа в отдельном баллоне, при свободном истечении огнетушащего вещества, под давлением энергии направленного взрыва);
- по количеству использованного огнетушащего вещества (объёмы корпусов до 5 л, более 10 л).

В промышленности применяют жидкостный огнетушитель ОЖ-7, который заряжается водой с добавками ПАВ (раствор поверхностно-активных веществ в воде с различными стабилизаторами) или водным раствором сульфанола, пенообразователя и смачивателя.

В практике пожаротушения используются огнетушители старого образца типа ОХП-10, огнетушащим веществом в которых является жидкость, превращающаяся в пену при прохождении через неё углекислого газа. Источником углекислого газа является смесь, образованная при смешивании кислотной и щёлочной частей заряда (кислотного стакана).

В производственных условиях также применяют воздушно-пенные огнетушители марок ОВП-5, ОВП-10, ОВП-100, ОВПУ-250. Зарядом в них служит 6% раствор пенообразователя ПО-1. Давление в корпусе огнетушителей создаётся сжатым диоксидом углерода, который находится в специальных баллонах, расположенных внутри огнетушителя. Воздушно-механическая пена образуется в раструбе, смешиваясь с воздухом.

Углекислотные огнетушители выпускаются трёх типов: ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8 (цифры показывают вместимость в литрах). Их применяют для тушения пожара электроустановок, находящихся под напряжением. Углекислый газ в огнетушителе находится в жидком состоянии под давлением 6...7 МПа (60...70 атм.). Для получения твёрдого диоксида углерода огнетушитель оборудуют специальными раструбами. Для приведения в действие огнетушителя его раструбы направляют на очаг горения и нажимают курок затвора. Время действия огнетушителя этого типа 25...40 с, длина струи 1,5...3 м.

Углекисло-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 применяют для тушения горящих твёрдых и жидких материалов, а также электрооборудования и радиоэлектронной аппаратуры. Они содержат заряд, состоящий из 97% бромистого этила, 3% сжиженного диоксида углерода и сжатого воздуха, вводимого в огнетушители для создания рабочего давления, равного 0,9 МПа.

Для тушения локальных очагов очень эффективны аэрозольные хладонные огнетушители типа ОАХ, ОА, ОХ.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания щёлочных, щёлочно-земельных металлов, кремнийорганических соединений. Их выпускают трёх типов: ОПС-6, ОПС-10 и ОППС-100 (передвижн).

Огнетушители автоматические УАП-А5, УАП-А8, УАП-А16, заполненные хладоном 114В2 или порошками ПФ, ПСБ-3, используют для защиты помещений.

Размещают огнетушители в легкодоступных и защищённых местах, где исключено попадание на них прямых солнечных лучей и непосредственное (без оградительных щитков) воздействие отопительных и нагревательных приборов.

На предприятиях с повышенной опасностью могут применяться автоматические установки пожаротушения (АУП) водяного (48%), пенного (34%) и газового пожаротушения (17%).

АУП водяного и пенного, а также водяного пожаротушения со смачивателями подразделяются на спинклерные и дренчерные.

Спринклерные (брызгать, моросить) – системы, нормально закрытые оросителями, вскрывающимися при определённой температуре (замок клапана расплавляется при определённой температуре).

Дренчерная (мочить, орошать) установка пожаротушения оборудованная нормально открытыми оросителями.

Противопожарное водоснабжение предприятия представляет собой комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора воды, транспортирования, хранения и использования для тушения пожара.

Пожарные гидранты на водопроводной сети наружного пожаротушения следует предусматривать вдоль автодорог на территории предприятия, расположенной не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий.

Каждые 6 месяцев необходимо проверять пожарные краны и гидранты на работоспособность.

10.6. Профилактика пожаров на производстве

Явление или обстоятельство, непосредственно обуславливающее возникновение пожара или взрыва, называется причиной пожара (взрыва).

Статистика пожаров и взрывов на производстве показывает, что в одних случаях они возникают в результате нарушения правил безопасности при проектировании и строительстве зданий и сооружений, в других – связан со сложностью производственных установок, технологических процессов; с наличием большого количества легковоспламеняющихся взрывоопасных веществ и материалов; большого количества ёмкостей и аппаратов с пожаровзрывоопасными продуктами под давлением; разветвленной сетью трубопроводов с регулирующей аппаратурой, большой оснащённостью электроустановками.

Анализируя возникновение пожаров и взрывов на предприятиях, в учреждениях, в учебных заведениях, можно условно выделить причины неэлектрического и электрического характера.

К причинам неэлектрического характера относятся:

- неисправность, неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем;
- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса (разгерметизация установок, выделяющих пыль, газы, пары);
- неосторожное или халатное обращение с огнём (разогрев деталей открытым огнём, определение утечки газа с помощью открытого огня, курение и т.п.);
- неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;
- взрывы газо- и паровоздушных смесей, пыли;
- самовоспламенение и самовозгорание веществ и материалов.

К причинам электрического характера относятся:

- короткие замыкания;
- неисправность или перегрузка электрооборудования и электросетей;
- искрение и электрические дуги;
- загорание материалов вследствие грозовых разрядов, разрядов статического электричества;
- большие переходные сопротивления в местах соединений ответвлений, в контактах электромашин и аппаратов, приводящие к локальному перегреву.

Для предотвращения взрывов и пожаров проводятся следующие виды мероприятий:

- организационные;
- эксплуатационные;
- технические;
- режимного характера.

К организационным мероприятиям относятся:

- обучение рабочих и служащих правилам пожарной и взрывной безопасности;
- проведение бесед, лекций, инструктажа.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают:

- правильную эксплуатацию машин, оборудования, внутривозовского транспорта;
- своевременные регулярные осмотры установок и аппаратуры, их освидетельствование;
- режим, испытания, правильное содержание зданий и территории.

К техническим мероприятиям относятся:

- соблюдение пожаровзрывобезопасных правил и норм при проектировании зданий и сооружений;
- правильное устройство электрических сетей и электрооборудования, систем освещения, вентиляции, отопления, кондиционирования и т.п.

К мерам режимного характера относятся:

- запрещение проведения электросварочных и других огневых работ в взрывопожароопасных зонах, помещениях;
- запрещение курения в неустановленных местах и пр.

10.7 Молниезащита

В результате сложных атмосферных процессов на поверхности облаков скапливаются заряды статического электричества, образующие потенциал относительно земли в несколько миллионов вольт. Поэтому, несмотря на высокое сопротивление воздуха на электрический пробой, разряд указанных зарядов все же происходит. Он хорошо известен каждому как молния.

Молния – разряд статического электричества между грозовыми облаками и землёй. Сила тока в таком разряде достигает 10000 А и представляет большую опасность как для людей, так и для строительных сооружений. Поэтому повсеместно на отдельно стоящих зданиях и сооружениях, возвышающихся над другими строениями, устраивают молниезащиту. Как правило, она выполняется в виде одиночных или групповых заземленных молниеотводов, устанавливаемых на крыше, или в виде отдельных мачт. Высота расположения молниезащиты определяет зону её действия.

При одиночном стержневом молниеотводе с надёжностью действия 99,5 % и более эта зона представляет собой конус с высотой $h_0 = 0,85 h$ (где h – высота расположения верхней точки молниеотвода над поверхностью земли) и радиусом основания $\tau_0 z h_0$. Это справедливо, когда $h < 150$ м (рис. 10.1).

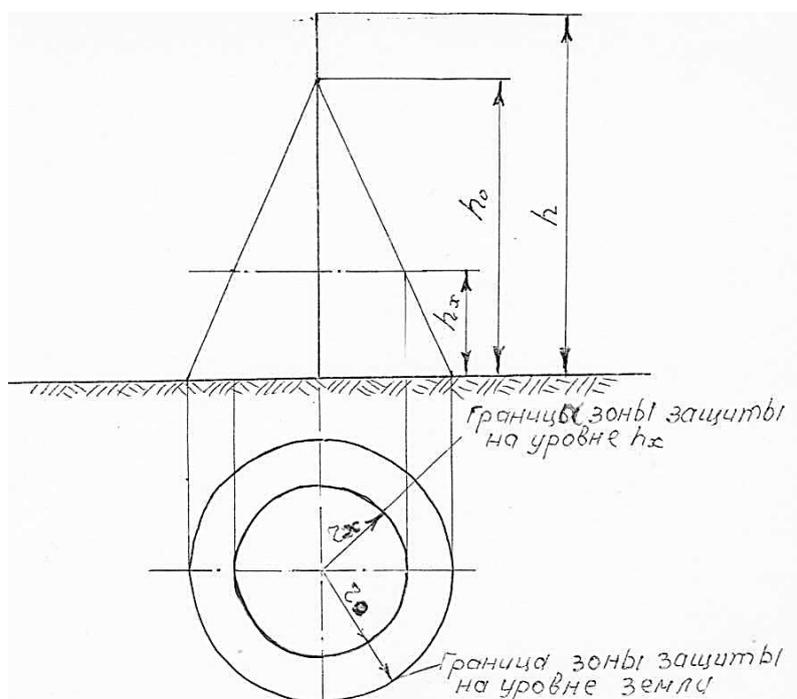


Рис. 10.1 Определение зоны действия молниеотвода

При групповом молниеотводе (рис.10.2) зона действия каждого из молниеотводов определяется аналогичным образом, с учётом соотношения расстояния l между молниеотводами и их высотой h .

Минимальное расстояние h_x от земли в зоне, на которой действует молниезащита определяется из условия $h_{x1} = h_0/2$ при $l \leq h$

$$h_{x2} = h_0 - (0.17 + 3 \cdot 10^{-4} h) (l - h) \text{ при } 2h \geq l > h \quad (10.1)$$

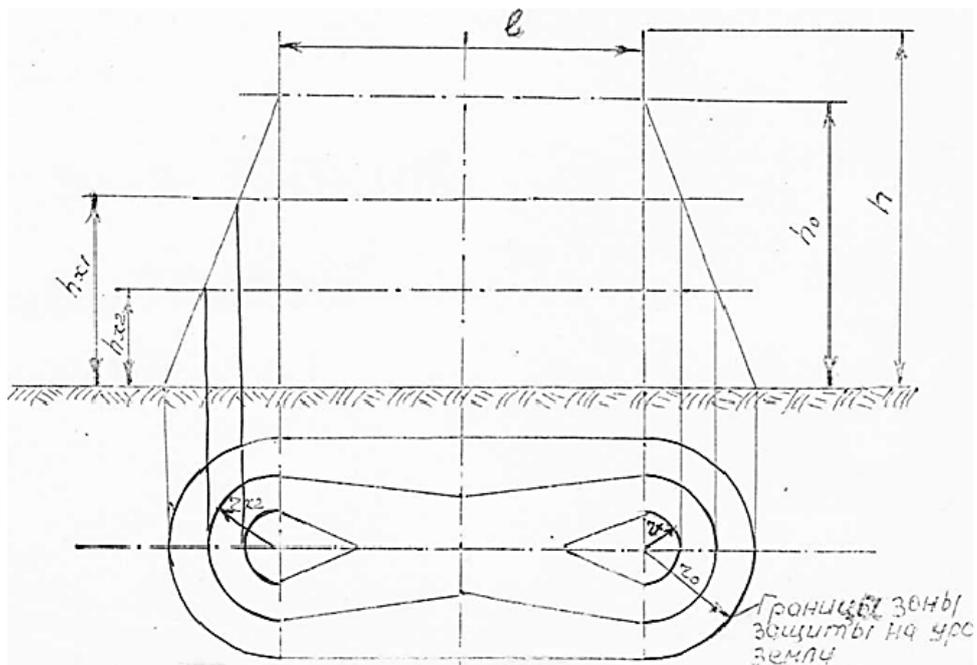


Рис. 10.2. Определение зоны действия молниеотвода

11. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ В МИРНОЕ ВРЕМЯ

Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС, её силы и средства призваны обеспечить безопасность деятельности работников предприятий, населения.

Между безопасностью деятельности и чрезвычайными ситуациями существует непосредственная связь, открывающая богатые профилактические возможности. Эта связь состоит в том, что ЧС, последствия стихийных бедствий существенно зависят от качества профилактической работы по безопасности деятельности. Количество так называемых ЧС может быть уменьшено, если улучшить работу по профилактике обычных опасностей. Одна и та же потенциальная опасность может вылиться в тяжелую ЧС или закончиться незначительным происшествием. Всё зависит от условий реализации опасности и действий человека. В предупреждении любых опасностей (малых или чрезвычайных) лежат общие закономерности, знать которые необходимо каждому специалисту.

11.1. Основные понятия и определения. Классификация чрезвычайных ситуаций

Согласно Федеральному закону «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», принятого Госдумой 11 ноября 1994 г., чрезвычайная ситуация – это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Авария – происшествие в технической системе, которое не сопровождается гибелью людей и при котором восстановление технических средств невозможно или экономически не целесообразно.

Что касается опасных производственных объектов, то имеет место следующее определение.

Авария – разрушение сооружений и(или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

Катастрофа – происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью или пропажей без вести людей.

Стихийное бедствие – происшествие, связанное с изменением природной среды и приведшее к материальному ущербу, гибели или потере здоровья людей.

Экологическое бедствие – происшествие, связанное с таким изменением среды обитания в результате воздействия живых существ, которое приводит к материальному ущербу, гибели или потере здоровья людей.

Эпидемия – быстрое и широкое распространение острозаразных болезней среди людей.

Эпизоотия – быстрое и широкое распространение острозаразных болезней среди животных многих видов.

Эпифитотия – быстрое и широкое распространение острозаразных болезней среди многих видов полезных растений.

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдалённое воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Безопасность – свойство системы "человек – среда обитания" сохранять условия взаимодействия с минимальной возможностью возникновения ущерба людским, природным и материальным ресурсам.

Жизнедеятельность – способ существования или повседневная деятельность человека.

Безопасность жизнедеятельности – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания.

Идентификация – процесс распознавания и количественной оценки.

Гражданская оборона (защита в чрезвычайных ситуациях) – раздел науки "Безопасность жизнедеятельности", призванный идентифицировать негативные воздействия стихийных явлений и прогнозируемых техногенных аварий, разрабатывать и использовать средства для защиты людей и ликвидации последствий негативного воздействия.

Мониторинг – слежение за состоянием окружающей человека среды и предупреждение о создающихся чрезвычайных, опасных и вредных для здоровья людей ситуациях.

В теории "Безопасность жизнедеятельности" к ЧС относят такие, которые характеризуются одним или несколькими из следующих признаков:

- а) опасность для жизни и здоровья значительного числа людей;
- б) существенное нарушение экологического равновесия в районе предполагаемой чрезвычайной ситуации;
- в) выход из строя систем жизнеобеспечения и управления, полное или частичное прекращение хозяйственной деятельности;
- г) значительный материальный и экономический ущерб;
- д) необходимость привлечения больших, как правило, внешних по отношению к району предполагаемой ЧС сил и средств для спасения людей и ликвидации последствий;
- е) психологический дискомфорт для больших групп людей.

Для практических целей следует составлять номенклатуру ЧС.

Номенклатура ЧС должна отражать особенности конкретного региона и однозначно характеризовать ситуацию, относимую к ЧС. Естественно, что с течением времени номенклатура может уточняться и видоизменяться.

Классификацию ЧС представим следующим образом:

1. По сфере возникновения:

- экологические;
- техногенные;
- природные.

2. По масштабам последствий:

- частные;
- объектовые;
- местные;
- региональные;
- глобальные.

3. По ведомственной принадлежности:

- в строительстве;
- в промышленности;
- в жилищной и бытовой сфере;
- на транспорте (воздушном, наземном, подземном);
- в сельском хозяйстве;
- в лесном хозяйстве.

Техногенные ЧС

Классифицируются по типам аварий:

1. Выбросы ОВ:

- радиационные;
- химические;
- биологические.

2. Затопление.

3. Пожары.

4. Взрывы.

5. Нарушение систем жизнеобеспечения.

6. Обрушение сооружений.

7. Крушение транспортных средств.

Природные ЧС

1. Гелиофизические:

- эпидемии;
- эпизоотии;
- эпифитотии.

2. Морские природные явления:

- волнение;
- тропический циклон;

- цунами;
- сложная ледовая обстановка;
- изменение уровня моря.

3. Гидрологические:

- сель;
- снежная лавина;
- низкий уровень воды;
- наводнение:
 - а) половодье;
 - б) паводок;
 - в) заторное;
 - г) зажорное;
 - д) нагонное.

4. Метеорологические и агрометеорологические:

- ветер (буря, шквал, вихрь, смерч, шторм, ураган);
- сильный дождь;
- крупный град;
- сильный снегопад, сильная метель, гололёд;
- пыльная буря;
- суховей;
- сильный мороз;
- сильная жара;
- туман;
- природные пожары (лесные, торфяные, степные, тундровые).

5. Геологические:

- извержение вулканов;
- оползень;
- обвал;
- землетрясение;
- эрозия, абразия;
- просадка земной поверхности.

Экологические ЧС

I. Изменение суши (литосферы):

- а) катастрофические просадки;
- б) катастрофические оползни;
- в) катастрофические обвалы земной поверхности в результате деятельности человека.

6. Наличие тяжёлых металлов и других вредных веществ.

7. Интенсивная деградация почв, опустынивание на обширных территориях.

8. Истощение невозобновляемых природных ископаемых.

II. Изменение атмосферы:

- резкое изменение климата;
- превышение ПДК вредных примесей;
- температурные инверсии над городами;
- “кислородный голод” в городах;
- превышение уровня городского шума;
- образование обширной зоны кислотных осадков.

III. Изменение гидросферы:

- нехватка питьевой воды вследствие истощения или загрязнения вод;
- истощение водных ресурсов, необходимых для хозяйственно-бытового водоснабжения

IV. Изменение биосферы:

- исчезновение видов животных и растений, чувствительных к изменению условий обитания;
- гибель растительности на обширной территории;
- резкое нарушение способности биосферы к воспроизводству возобновляемых ресурсов.

Природные (стихийные) ЧС – это опасные природные явления или процессы, имеющие чрезвычайный характер и приводящие к нарушению повседневного уклада жизни более или менее значительных групп населения, человеческим жертвам, уничтожению материальных ценностей. К ним относятся: землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, селевые потоки, оползни, снежные заносы, обледенения, массовые лесные, степные и торфяные пожары, ураганы и смерчи, а также засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы, эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, массовое распространение вредителей лесного и сельского хозяйства.

Техногенными ЧС принято считать внезапный выход из строя машин, механизмов, агрегатов во время их эксплуатации, сопровождающийся серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим или биологическим заражением больших территорий, групповым поражением (гибелью) людей. Примеры аварий и стихийных бедствий даны в табл. 11.1.

К техногенным ЧС относятся аварии и катастрофы на промышленных объектах, в строительстве, а также на железнодорожном, воздушном, автомобильном, трубопроводном и водном транспорте, в результате которых образовались пожары, разрушения промышленных и гражданских зданий, возникла опасность радиационного загрязнения, химического и бактериологического заражения местности, произошло растекание нефтепродуктов и агрессивных (ядовитых) жидкостей на поверхности земли и воды, возникли другие последствия, создающие угрозу населению и окружающей среде.

Т а б л и ц а 1 1 . 1

Крупные аварии и стихийные бедствия

Наименование ЧС	Характеристики последствий
Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г.	31 человек погиб в первые дни, радиоактивному загрязнению подвергнуты большие территории УССР, БССР и РСФСР, жители более 200 населённых пунктов переведены в другие районы, количество пострадавших исчисляется десятками тысяч
Землетрясение в г. Спитаке, Ленинанкане, Кировакане в 1988 г.	Погибло около 25 тысяч человек, разрушено 173 населённых пункта, 87 промышленных объектов, 35395 жилых домов и 1295 сельскохозяйственных объектов
Взрыв продуктопровода и железнодорожная катастрофа в Башкирской АССР в 1987 г.	Погибло около 800 человек, разрушено 350 м железнодорожного пути
Авария на химическом предприятии ПО “Азот” в г.Ионава, Литовской ССР в 1989г.	Погибло 7 человек
Авария на химическом предприятии в г. Гурьеве в 1989г.	Погибло 6 человек
Гиссарское землетрясение в 1989 г.	Погибло около 280 человек, более 3 тысяч остались без крова
Тайфун “Джуди” и наводнение в Приморском крае в 1989 г.	Затоплено 96 населённых пунктов, 2743 жилых дома, разрушено 280 автомобильных и железнодорожных мостов, размыто более 300 км дорог
Гибель атомной подводной лодки «КУРСК»	Погибло 118 человек

Характер последствий техногенных аварий и катастроф зависит от вида, масштабов и особенностей предприятия, на котором возникла авария или катастрофа, от вида транспорта и обстоятельств, при которых произошла ЧС.

К экологическим ЧС можно отнести интенсивную деградацию почвы и её загрязнение тяжёлыми металлами (кадмий, свинец, ртуть, хром и т.д.) и другими вредными веществами, загрязнение атмосферы вредными химическими веществами, электромагнитными полями; кислотные дожди; разрушение озонового слоя и т. д.

По скорости распространения ЧС могут быть классифицированы на внезапные (землетрясения, взрывы, транспортные аварии и т.д.);

Стремительные (пожары, гидродинамические аварии с образованием волны прорыва, аварии с выбросом газообразных сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) и т.д.; умеренные (паводковые наводнения, из-

вержения вулканов, аварии с выбросом радиоактивных веществ); плавные с медленно распространяющейся опасностью (засухи, эпидемии, аварии на промышленных очистных сооружениях, загрязнение почвы и воды вредными химическими веществами и т.д.).

По масштабам последствий ЧС можно подразделить на пять типов: частные, локальные (объектовые), местные, региональные, глобальные.

При частных ЧС последствия ограничены одной установкой, цехом. Ликвидацию последствий проводит штатный персонал.

При локальных (объектовых) ЧС последствия ограничиваются пределами объекта экономики и могут быть устранены за счёт его сил и ресурсов.

Местные ЧС имеют масштабы распространения в пределах населенного пункта, в том числе крупного города, административного района, нескольких районов или области, и могут быть устранены за счёт сил и ресурсов области.

В региональных ЧС последствия распространяются на несколько областей, республик, крупных районов. К ликвидации привлекаются соединения и части ГО, все виды невоенизированных формирований.

При глобальной ЧС её последствия выходят за пределы страны и распространяются на другие государства. Эти последствия устраняются как силами каждого государства на своей территории, так и силами международного сообщества.

Последствия ЧС могут быть самыми разнообразными. Они зависят от вида, характера ЧС и масштаба её распространения.

Основными видами последствий ЧС являются: гибель, травмы, заболевания людей, разрушения, радиоактивное загрязнение, химическое заражение, биологическое заражение, психогенные состояния.

Территория, на которую воздействуют опасные и вредные факторы ЧС, с расположенными на ней населением, животными, зданиями, сооружениями, инженерными сетями и коммуникациями называется **очагом поражения**.

Очаги поражения бывают простые (однородные) и сложные (комбинированные).

Простым очагом поражения называют очаг, возникший под воздействием одного поражающего фактора.

Сложные очаги поражения возникают в результате действия нескольких поражающих факторов ЧС.

Форма очагов поражения в зависимости от природы источника опасных факторов может быть круглой (при землетрясениях, взрывах); полосной (при ураганах, смерчах, затоплениях, лавинах, селевых потоках и др.); неправильной формы (при пожарах, оползнях, цунами и т.п.).

Таким образом, ЧС мирного времени (невоенного характера) очень многообразны и классифицируются по большому числу признаков. В связи с этим и меры по предупреждению ЧС, по ликвидации их последствий также очень разнообразны.

11.2. Природные чрезвычайные ситуации и их характеристика (определение, принципы, поражающие факторы, прогнозирование, меры защиты)

Стихийные бедствия являются трагедией для всего государства и особенно для районов, где они возникают. В результате стихийных бедствий страдает экономика страны, так как при этом разрушаются предприятия, уничтожаются материальные ценности, и, самое главное, возникают потери среди людей, гибнет их жильё и имущество. Кроме того, стихийные бедствия создают неблагоприятные условия для жизни населения, что может быть причиной вспышек массовых инфекционных заболеваний.

Наиболее характерные стихийные бедствия – землетрясения, наводнения, селевые потоки и оползни, снежные заносы и обледенения, пожары, ураганы, бури и смерчи, эпидемии – только за последние 20 лет унесли более 3 млн жизней людей. Почти один миллиард жителей нашей планеты, по данным ООН, за этот период испытали последствия стихийных бедствий.

Больше всего люди страдают от наводнений (40% от общего урона), ураганов (20%), землетрясений и засух (15%). Около 10% общего ущерба приходится на остальные виды стихийных бедствий.

Землетрясения – наиболее опасные и разрушительные стихийные бедствия. Им, по данным ЮНЕСКО, принадлежит первое место по причиняемому экономическому ущербу и одно из первых мест по числу жертв. Ежегодно на планете люди ощущают около 10 тыс. землетрясений, около 100 из них имеют катастрофический характер.

В 1998 г. сильным землетрясением на Сахалине полностью разрушен г. Нефтегорск.

Самое разрушительное и смертоносное за последние 46 лет землетрясение произошло 17 января 1995 года в Японии. Наиболее мощный толчок в 7.2 балла по шкале Рихтера был зарегистрирован в 5 ч. 46 мин в районе портового города Кобе, после чего последовало около 500 толчков меньшей силы. Число жертв превысило 5000 человек

Землетрясение в Армении – 7 декабря 1988 г. :

1. Количество извлеченных из-под завалов – 39 786 чел.
2. Количество погибших – 24 961 чел, в том числе: извлеченных из-под завалов – 24 532 чел, умерших в больнице – 426 чел.
3. Количество эвакуированных – 112 622 чел.

4. Разрушено 58 населенных пунктов:

жилые дома: полностью – 7 347, частично – 26 718;

школы: полностью – 56, частично – 112;

детсады: полностью – 90, частично – 22.

Землетрясение – подземные удары и колебания поверхности Земли, вызванные главным образом тектоническими процессами и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Тектонические процессы – это процессы, связанные с существующей структурой земной коры или общими изменениями, происходящими в ней.

Землетрясения могут также вызываться вулканической деятельностью и падением небесных тел.

Под действием глубинных тектонических сил слои земных пород деформируются, сжимаются в складки и с наступлением критических перегрузок смещаются и рвутся, образуя разломы земной коры. Разрыв совершается мгновенным толчком или серией толчков, имеющих характер удара. По разлому происходит разрядка энергии, накопившейся в недрах. Энергия, выделившаяся в глубине в точке разрыва – очаге землетрясения, передается посредством упругих волн в толще земной коры и достигает поверхности Земли, где производит разрушения.

Глубина очага землетрясения может быть от нескольких километров до сотен километров. Основным параметром, характеризующим землетрясения, является их интенсивность в очаге и на поверхности Земли. Оценка интенсивности землетрясений производится по сейсмической шкале. В настоящее время используются два вида сейсмических шкал (табл.11.2, табл.11.3).

Международная сейсмическая шкала MSK–64 для оценки интенсивности проявления землетрясения на поверхности Земли представлена в табл.11.2.

Шкала Рихтера для оценки энергии очагов землетрясений предложена в 1935 г. профессором Калифорнийского технологического института – Рихтером (см. табл. 11.3).

Последствия землетрясений чрезвычайно опасны и многообразны. Они вызывают опасные геологические явления (цунами), панику, травмирование и гибель людей, повреждение и разрушение зданий, пожары, выбросы, взрывы, транспортные аварии, выход из строя систем жизнеобеспечения, большой общий ущерб.

подземного ядерного взрыва на малых глубинах.

Наводнение – временное затопление значительной части суши водой в результате действия сил природы и человека. К ним можно отнести: обильные осадки, паводки по таянию снегов и ледников, прорыв водой затворов, ветровые нагоны, оползни и обвалы, тектонические процессы, хо-

зайственная деятельность человека, разрушение гидротехнических сооружений, извержение вулканов, селевые потоки.

Т а б л и ц а 1 1 . 2

Характеристики сейсмической шкалы MSK–64

Балл	Наименование землетрясения	Краткая характеристика
1	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми, находящимися в состоянии покоя
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения
4	Умеренное	Дребезжание, колебание предметов посуды и оконных стекол, скрип дверей и стен
5	Довольно сильное	Общее сотрясение зданий, колебание мебели. Трещины в оконных стеклах и штукатурке, легкое повреждение зданий
6	Сильное	Ощущается всеми, откалываются куски штукатурки, легкое повреждение зданий
7	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов
8	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Дома сильно повреждаются
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов
10	Уничтожающее	Крупные трещины в почве. Разрушение каменных построек
11	Катастрофа	Широкие трещины в земле. Каменные дома совершенно разрушаются
12	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины. Ни одно сооружение не выдерживает

Т а б л и ц а 1 1 . 3

Характеристики сейсмической шкалы

Шкала Рихтера	
Балл	Краткая характеристика
1	Не ощущается
2	Слабо ощущается
3	Скрип полов
4	Толчки
5	Падения предметов
6	Трещины в стенах
7	Средние разрушения
8	Полные разрушения
9	Изменение ландшафта

10	Региональное смещение коры (существенное)
11	Региональное смещение коры (сильное)
12	Здания погружаются в землю

При прорыве водой заторов (препятствий) может образоваться волна прорыва (стремительное перемещение масс воды), создающая опасность внезапного затопления территории.

Очаг поражения при землетрясении определяется как очаг поражения

Ветровые нагоны

Нагонный ветер повышает уровень воды в реке. Под постоянной угрозой таких наводнений находится Санкт-Петербург. За время своего существования город испытал около 240 наводнений.

Тектонические процессы

В результате подводных землетрясений возникают гигантские волны – цунами. У плоских побережий их высота не более 5-6 м., на участках побережий с узкими бухтами волна может достигать 15-20 м.

В отличие от других стихийных бедствий наводнения можно прогнозировать. Своевременно принятые меры могут исключить или уменьшить их катастрофические последствия.

Извержение вулканов трудно прогнозировать. На территории России – это район Камчатки и Курил.

Селевые потоки

Сель – это движение смеси грунта и воды в руслах горных рек, которые придают ему характер грязевых или камнегрязевых потоков, производящих большие разрушения на пути своего движения.

Оползень – скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием сил тяжести. Основной причиной их возникновения является избыточное насыщение подземными водами глинистых пород до текучего состояния.

Оползни, сели на территории РФ имеют место в горных районах Северного Кавказа, Урала, Восточной Сибири, Приморья, о. Сахалин, Курильских островов, а также по берегам крупных рек. Большинство потенциальных оползней можно предотвратить за счет своевременного устройства водостоков, дренажей, озеленения склонов и других мер.

Снежные лавины относятся к оползням и возникают из-за того, что силы сцепления снега переходят определенную границу и гравитация вызывает смещение снежных масс по склону. Крупные лавины возникают на склонах в 25-60°. Снежные лавины наносят огромный материальный ущерб и сопровождаются гибелью людей.

Снежные заносы и обледенения возникают в результате обильных снегопадов, которые могут продолжаться от нескольких часов до нескольких суток. Резкие перепады температур при снегопаде приводят к обледенению различных поверхностей.

Снежные заносы и обледенения могут парализовать работу транспорта, коммунально-энергетического хозяйства, учреждений связи, сельскохозяйственных объектов. Как правило, они не носят катастрофического характера. При своевременной организации борьбы с ними их отрицательное влияние можно локализовать.

Пожары – стихийное распространение огня, вышедшего из-под контроля человека. Это опасные и самые частые стихийные бедствия. Причинами пожаров в 90% случаев является человек, несоблюдение им мер пожарной безопасности при обращении с огнем в местах работы и отдыха, а также использование неисправной в противопожарном отношении техники. **Лесные пожары** по охвату площади подразделяются на зоны отдельных, массовых и сплошных пожаров и огненные штормы.

Зона отдельных пожаров характеризуется возникновением незначительного количества пожаров, рассредоточенных по площади.

Зона массовых пожаров представляет собой совокупность отдельных пожаров, возникающих одновременно.

Зона сплошных пожаров характеризуется быстрым развитием и распространением пожаров, наличием высокой температуры, задымленности и загазованности, опасной для жизни. Проезд через эту зону невозможен или сопряжен с проведением специальных противопожарных мероприятий.

Серьёзную опасность для природной среды, экономики и населения представляют массовые лесные, торфяные и степные пожары.

Огненные штормы – особо интенсивный пожар в зоне опасного пожара, в центре которого возникает восходящий вверх огненный вихревой столб. К нему устремлены от периферии площади пожара сильные ветровые потоки. Потушить огненный шторм практически невозможно.

Лесные пожары в зависимости от того, в каких элементах леса распространяется огонь, делятся на:

низовой – когда горит сухой травяной покров, валежник, кустарники и молодой порост;

верховой – когда горит весь лес снизу доверху или только кроны деревьев;

подземный, или торфяной, – когда горит подстилка или торф на глубине. Характеризуется беспламенным горением. В очагах пожара возникают завалы из подгоревших, упавших деревьев и полости выгоревшего торфа, в которые могут проваливаться люди и техника.

Степные (полевые) пожары возникают на открытой местности при наличии сухой травы или созревших хлебов. Они носят сезонный характер. Скорость их распространения может достигать 20 – 30 км/ч.

Для уменьшения вероятности возникновения пожаров важное значение имеют их прогнозирование, заблаговременное проведение профилактиче-

ских противопожарных мероприятий, а также строгое соблюдение установленных правил пожарной безопасности.

Ураганы – это быстрое разрушительное движение масс атмосферного воздуха (ветра), которое не контролируется человеком. При этом классификация ветров определяется прежде всего скоростью движения воздуха:

при скорости ветра, равной 20 – 30 м/с, – буря;

более 30 м/с – ураган (тайфун);

более 240 м/с – смерч (торнадо)

Бури вызывают эрозию или выветривание почвы вместе с находящимися в ней семенами посевов, засыхание всходов, засыпку их, оголение корневой системы. Ураганы по пагубному воздействию на инженерные сооружения не уступают землетрясениям.

Смерчи – вихревое движение воздуха, возникающее в грозовом облаке и распространяющееся в виде гигантского чёрного рукава, разреженного внутри. Когда он опускается на поверхность земли, основание его становится похожим на воронку диаметром от десятков до сотен метров и высотой 800 – 1500 м. За время своего существования, от нескольких минут до нескольких часов, он может пройти путь от сотен метров до десятков километров. Внутри смерча разрежение воздуха настолько велико, что иногда сооружения, оказавшиеся на его пути, разрушаются от взрыва, вследствие напора воздуха изнутри.

Ураганы, бури, смерчи достаточно точно прогнозируются. Поэтому есть возможность заблаговременно выполнить специально разработанные мероприятия по предотвращению или максимальному снижению потерь от этих стихийных бедствий.

Засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы могут привести к большим материальным потерям, вызвать эпидемии, эпифитотии.

Эпидемией называется быстрое широкое распространение острозаразных болезней среди людей. Эпидемии могут иметь характер настоящих стихийных бедствий.

Некоторые инфекционные заболевания свойственны только людям: холера, чума, натуральная оспа, брюшной тиф и др. Другие поражают животных отдельных видов: чума крупного рогатого скота, свиней, птиц и др., вызывая эпизоотию. Существуют общие инфекционные болезни для человека и животных: сибирская язва, сап, ящур, туляремия и др.

Массовое распространение вредителей лесного и сельского хозяйства (саранчи, крыс и т.п.) может нанести большой ущерб.

Итак, чрезвычайные ситуации, возникшие в мирное время, требуют осуществления коренных мер по ликвидации их последствий, проведения спасательных и других неотложных работ. Опыт последних лет свидетельствует – назрела серьёзная необходимость в коренной перестройке не толь-

ко существующей системы защиты людей и среды их обитания от воздействия грозной природной стихии, но и подготовки человека к рациональным, эффективным, психологическим и морально обоснованным действиям в этих ситуациях.

11.3. Возможные чрезвычайные ситуации в городе Пензе

Планом гражданской обороны г.Пензы на мирное время предусматриваются проведение спасательных и других неотложных работ и ликвидация последствий в следующих чрезвычайных ситуациях:

1. Авария на АЭС. Источником заражения может быть авария на АЭС в г. Балаково, отстоящей от г.Пензы на расстоянии 240 км.

При высотной скорости ветра 50-60 км./ч облако радиоактивной пыли может подойти к городу за 4-5 часов после аварии.

2. Катастрофическое разрушение плотины Сурского водохранилища и затопление низинной части территории города.

Водоохранилище расположено в верхнем течении р. Суры в 10 км от города. Общий объем водохранилища 560 млн куб. м. При катастрофическом разрушении плотины в зону затопления попадает около 23 процентов жилой и производственной площади города с численностью населения до 93 тыс. человек.

Волна прорыва в теле плотины доходит до южных границ города за 0,5-1,5 ч, до северных - за 6-8 часов.

Скорость подъема воды может достигать 1 м/ч. Максимальная глубина затопления в некоторых местах жилой зоны (пос. Барковка, Подлесный) достигает 3 метров.

Вода на территории предприятий и в жилом секторе будет удерживаться около суток.

3. Авария на объектах экономики: продукто- и нефтепроводах, железнодорожном транспорте с выливом АХОВ.

12 объектов экономики города, использующих АХОВ, являются химически опасными.

Общее количество СДЯВ, сосредоточенных на предприятиях города может достигать: хлора – 26 т, аммиака – 238 т, соляной кислоты – 325 т, азотной кислоты – 60 т.

Химически опасная территория для всех предприятий города составляет 105 кв. км (36 процентов), с населением 269 тыс. человек (49 процентов).

Наибольшая глубина распространения зараженного воздуха составляет 3,4 км (ЗИФ – азотная кислота) с населением до 50 тыс. чел.

4. Прорыв магистральных трубопроводов. По территории города (Железнодорожный и Октябрьский районы) в ее северной части проходит

трасса нефте- и продуктопроводов общей протяженностью в городской черте 24 км. Ширина трассы около 40 м (2 нитки продуктопровода и 2 нитки нефтепровода "Дружба"). Трубы уложены в грунт на глубину около 1,5 м.

Нефтепровод "Дружба - 1" при диаметре трубы 1020 мм имеет производительность 7000 куб.м/ч, а нефтепровод "Дружба-2" при диаметре 1220 мм –10000 куб.м/ч.

Нефтепровод в черте города имеет два ответвления. По одному протяженностью 5 км нефтепродукты подаются на Пензенскую нефтебазу, другое протяженностью 2 км служит для подачи нефтепродуктов в г. Саранск.

Количество возможного вылива нефтепродуктов в случае аварии зависит от многих факторов и может составлять от 3,0 до 15,0 тыс.т.

5. Пожары и взрывы на пожароопасных предприятиях.

6. Стихийные бедствия (ураганы, снежные заносы и т.д.).

7. Террористические акты.

Таким образом, к возникновению указанных и др. ЧС в г. Пензе должен быть готов каждый житель города, прежде всего для обеспечения своей безопасности.

12. ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов значителен и насчитывает более 100 видов. К наиболее распространённым и обладающим высокими концентрациями или энергетическими уровнями в среде обитания относятся, наряду с другими, ионизирующие излучения.

Ионизирующие излучения получили своё название благодаря способности вызывать ионизацию атомов и молекул в облучаемом веществе. Элементарный акт взаимодействия излучения с веществом – поглощение энергии кванта валентным электроном, что приводит к переходу атомов или молекул к положительно заряженным ионам. При возврате возбуждённого атома или молекулы в исходное состояние без освобождения электрона выделяется излучение определённой энергии. Ионизация атомов или молекул в живых организмах может вызвать патологию и привести к болезням. В этом и состоит вредное воздействие ионизирующих излучений на организм человека.

Большое число действующих и строящихся АЭС, а главное, аварии, происходящие на них, а также аварии самолётов, атомных подводных лодок, установок с ракетами, имеющими ядерные боеголовки, сложная экологическая обстановка в районе ядерных полигонов, потери радиоактивных источников, захоронения отходов, возможные аварии при транспортировке радиоактивных материалов и отходов – всё это вызывает у части населения психологическую напряжённость (стресс), чувство боязни даже незначительных уровней радиации – радиофобию.

12.1 Источники и виды ионизирующих излучений, их свойства. Виды радиационного воздействия

Все вещества окружающей нас природы состоят из весьма малых частиц, которые называются атомами. Совокупность атомов одного вида с одинаковым зарядом их ядер образует химический элемент.

Гениальный русский учёный Д. И. Менделеев открыл один из важнейших законов природы – периодический закон химических элементов – и создал на его основе свою научную классификацию – периодическую систему элементов.

Атом имеет сложное устройство. В центре атома находится очень плотное ядро, несущее положительный заряд, вокруг которого с большой скоростью вращаются лёгкие, отрицательно заряженные элементы – электроны, составляющие электронную оболочку атома. У атомов разных элементов разное число электронов (вокруг ядра атома водорода движется только один электрон, у гелия – 2 и т. д.). Число электронов в электронной

оболочке атома равно порядковому номеру элемента в периодической системе.

Почти вся масса атома сосредоточена в его ядре. На долю электронов приходится менее 0,05% массы атома. При этом плотность ядерного вещества очень велика. Высокая плотность ядерного вещества свидетельствует об огромной энергии внутриядерных сил.

Простейшее ядро – ядро первого в периодической системе элемента – водорода – названо протоном. Частица с единичным положительным зарядом называется протоном. Протон, а также электрон относятся к элементарным частицам. Кроме того, основными элементарными частицами являются: нейтрон – частица приблизительно такой же массы, как и протон, но не имеющая электрического заряда; позитрон – частица, аналогичная электрону, но несущая единичный положительный заряд, и некоторые другие.

Протоны и нейтроны имеют общее наименование – нуклоны.

Ядра всех атомов построены из протонов и нейтронов. Число протонов в ядре, определяющее его положительный заряд, равно порядковому номеру элемента в периодической системе. Сумма чисел протонов и нейтронов определяет массу ядра и называется массовым числом. Число протонов в ядре каждого элемента строго определено, а число нейтронов может изменяться в некоторых пределах. Поэтому существуют разновидности атомов одного и того же элемента, которые отличаются друг от друга массовым числом. Такие атомы размещаются в одной клетке периодической системы и называются изотопами этого элемента.

Большинство атомов периодической системы обладают большой устойчивостью, т. е. стабильностью. Ядра таких атомов сохраняют свои свойства при любых физических условиях и химических превращениях.

В природе есть небольшое количество химических элементов, ядра которых распадаются самопроизвольно. Этот процесс сопровождается невидимым излучением. Самопроизвольный распад ядер атомов некоторых химических элементов назвали радиоактивностью, а сами элементы и их излучения – соответственно радиоактивными элементами и радиоактивными излучениями.

В настоящее время искусственным путём получено более 2000 радиоактивных изотопов, нашедших применение в науке и народном хозяйстве.

Наиболее важное свойство всех радиоактивных излучений – способность вызывать ионизацию электрически нейтральных молекул среды, в которой они распространяются.

В настоящее время известны ионизирующие излучения в виде альфа; бета; гамма-излучений.

Радиоактивные вещества распадаются со строго определённой скоростью, измеряемой периодом полураспада, т. е. временем, в течение которо-

го распадается половина всех атомов. Радиоактивный распад не может быть остановлен или ускорен каким-либо способом. Периоды полураспада некоторых радиоактивных изотопов приведены в табл.12.1.

Т а б л и ц а 1 2 . 1

Периоды полураспада радиоактивных изотопов	
Изотоп	Период полураспада, T 1/2
Германий - 77	12 часов
Йод - 131	8 суток
Йод - 125	56 суток
Фосфор - 32	14,3 дня
Полоний - 208	2,93 года
Полоний - 209	103 года
Стронций - 89	505 суток
Стронций	28,4 года
Цезий - 134	2,1 года
Цезий - 137	30 лет
Плутоний - 239	4 500 000 000 лет
Уран - 235	710 000 000 лет
Уран - 238	4 500 000 000 лет
Калий - 40	1 300 000 000 лет
Олово - 124	10 000 000 лет

Альфа-излучение – поток положительно заряженных частиц (ядер атомов гелия), движущихся со скоростью около 20 000 км/с. Они обладают большой ионизирующей и малой проникающей способностью. Пробег α -частиц в воздухе не превышает 11 см, а в более плотных средах он ещё меньше. Так, в мягких тканях человека пробег α -частиц измеряется микронами. Для человека, как и для любого другого живого организма, альфа-излучение не представляет какой-либо опасности при внешнем облучении.

Бета-излучение – поток отрицательно заряженных частиц (электронов). Их скорость приближается к скорости света. Ионизирующая способность их меньше, чем у альфа-частиц. Пробег составляет 3-5 м (в воздухе). Бета-излучение опасно для человека, особенно при попадании радиоактивных веществ на открытые участки кожи и внутрь организма.

Гамма-излучение представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение. Оно распространяется со скоростью света, обладает большой проникающей способностью. Пробег в воздухе составляет 240 м. Ионизирующая способность гамма-излучения значительно меньше, чем у альфа и бета-частиц. Гамма-излучение опасно для человека. Несмотря на большую проникающую способность гамма-излучения, вещество всё же его ослабляет. Для характеристики ослабления гамма-излучения различными материалами пользуются величиной слоя половинного ослабления – $d_{1/2}$. Это такая величина слоя материала, которая ослабляет мощность гам-

ма-излучения в 2 раза. Слой половинного ослабления является мерой характеристики защитных свойств материалов.

Для некоторых материалов значение величины слоя половинного ослабления приведено в табл. 12.2.

Т а б л и ц а 1 2 . 2

Величина слоя половинного ослабления гамма-излучения некоторыми материалами

Материал (вещество)	$d_{1/2}$, см
Воздух	12 000
Дерево	21
Вода	14
Грунт	8,4
Кирпич	8,4
Бетон	6,3
Железо	2,1
Свинец	1,3

Все живые организмы на Земле подвергаются воздействию ионизирующих излучений.

Ионизирующие излучения бывают: естественные и искусственные. К естественным источникам ионизирующих излучений относятся космическое излучение и естественные радиоактивные вещества, распределённые на поверхности и в недрах Земли: в атмосфере, воде, растениях и организме всех живых существ, населяющих нашу планету.

Источниками образования космического излучения являются звёздные взрывы в Галактике и солнечные вспышки.

Космическое излучение представляет собой поток протонов (90 %) и альфа-частиц (ядер атомов гелия, около 10 %). Примерно 1 % космического излучения составляют нейтроны, фотоны, электроны, а также ядра лёгких химических элементов, таких, как литий, бериллий, бор, углерод, азот, кислород и др.

Земными источниками излучений являются более 60 естественных радионуклидов.

Основной вклад в дозу внешнего облучения вносят гамма-излучающие нуклиды радиоактивных рядов: свинец-214, висмут-214, торий-228, актиний-228, а также калий-40.

При непосредственном измерении значения величины мощности дозы за счёт естественного фона в большинстве районов земного шара колеблются в пределах от 4 до 12 мкР/ч. Годовая доза облучения людей в этих районах составляет (0,03 – 0,1) бэр.

Известно пять географических районов на нашей планете, где естественный радиационный фон существенно увеличен – это Бразилия, Франция, Индия, Египет и остров Ниуа в Тихом океане.

Население, проживающее в районах с высоким естественным радиационным фоном, тщательно обследовалось. Однако никакой связи между повышенным уровнем фона радиации и ростом биологических нарушений не установлено.

Из искусственных источников излучения основной вклад в дозу вносят медицинские процедуры-методы лечения, связанные с применением радиоактивности. Один из самых распространённых приборов диагностики – рентгеновский аппарат.

При рентгеноскопии желудка, как и при флюорографии, пациент получает 370 мбэр, а при рентгенографии зубов – 3 мбэр.

Ядерные взрывы тоже вносят свою лепту в увеличение дозы облучения человека. Радиоактивные осадки от испытаний в атмосфере разносятся по всей планете, повышают общий уровень загрязнённости.

С 1980 года ядерные взрывы в атмосфере прекратились. Подземные испытания продолжаются до сих пор.

Если в 1963 году суммарная среднегодовая доза, связанная с ядерными испытаниями, составляла около 7 % дозы облучения от естественных источников, то в начале 1980-х годов она снизилась до 1 %.

Атомная энергетика вносит в суммарное облучение населения незначительный вклад. Если ядерная установка работает нормально, то выбросы радиоактивных материалов в окружающую среду очень малы.

Чем дальше живёт человек от АЭС, тем меньшую дозу он получит. Дело в том, что большинство радионуклидов, выбрасываемых в атмосферу, быстро распадается.

Рудники и обогатительные фабрики служат также источником загрязнения радиоактивными веществами. В процессе переработки урановой руды образуется огромное количество отходов. Они – главный долгоживущий источник облучения населения.

В промышленности и быту из-за применения технических средств люди также получают дополнительное, хотя и не очень большое облучение.

Это:

– работники, участвующие в производстве люминофоров с использованием радиоактивных материалов;

– работники заводов стройиндустрии, промплощадок, где применяются установки промышленной дефектоскопии;

– шахтёры, золотодобытчики;

– персонал курортов с радоновыми источниками;

– пользователи изделий со святящимися частями;

– телезрители (если смотреть ежедневно по 3 часа, то в течение года человек получает 0,5 мбэр).

Человек подвергается двум видам облучения: внешнему и внутреннему.

Источником внешнего облучения являются космические лучи. На Земле нет такого места куда-бы они ни проникали. Однако более существенную роль играет местонахождение человека. Чем выше он поднимается над уровнем моря, тем сильнее облучение, ибо толщина воздушной прослойки и её плотность по мере подъёма уменьшаются, а следовательно, падают её защитные свойства.

Те, кто живёт на уровне моря, в год получают дозу внешнего облучения примерно 30 мбэр, на высоте 4000 м – уже 170 мбэр. На высоте 12 км доза облучения за счёт космических лучей увеличивается примерно в 25 раз по сравнению с земной. Экипажи и пассажиры самолётов при перелёте на расстояние 2400 км получают дозу облучения 1 мбэр, при полёте из Москвы в Хабаровск эта цифра уже составит 4–5 мбэр. Здесь играет роль не только продолжительность, но и высота полёта. Уровни земной радиации от внешнего облучения на нашей планете неодинаковы и колеблются от 30 до 60 мбэр/год.

Внутреннее облучение населения от естественных источников на 2/3 происходит от попадания радиоактивных веществ в организм с пищей, водой и воздухом. За счёт калия-40 человек в среднем получает около 18 мбэр/год. Много нуклидов свинца-210, палладия-210 содержится в рыбе, в моллюсках, в мясе оленя.

Недавно установлено, что наиболее высоким из всех естественных источников радиации является радон. Радон высвобождается из земной коры повсеместно. Его концентрация в закрытых помещениях обычно в 8 раз выше, чем на улице. Лучшей защитой является вентиляция. Дерево, кирпич, бетон тоже выделяют много радона, а вот гранит, пемза, глинозём – значительно больше. Радон поступает в жилые помещения вместе с природным газом и водой. При сжигании газа и кипячении воды радон вдыхается в лёгкие человека.

Таким образом, при наличии высокого естественного радиационного фона, при действующих технологических процессах и бытовых условиях житель Земли ежегодно получает дозу облучения в среднем 200–300 мбэр.

12.2. Дозы облучения и единицы их измерения

Количественная характеристика источника излучения называется активностью. Единицы измерения ионизирующих излучений представлены в табл. 12.3.

Активность (А) – это мера количества радиоактивного вещества выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В системе единиц СИ за единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду (расп/с). Эта единица получила название беккереля (Бк) по фамилии первооткрывателя явления радиоактивности А. А. Беккереля. Внесис-

темной единицей измерения активности является кюри (Ки). (Пьер и Мари Кюри – учёные, первые выделившие чистый радий.) Кюри – это такое количество радиоактивного вещества, в котором происходит $3.7 \cdot 10^{10}$ распадов в секунду.

Т а б л и ц а 1 2 . 3

Единицы измерения ионизирующих излучений

Единицы измерения	Обозначение	Определение
1	2	3
Рентген	Р	Это доза рентгеновского или гамма-излучения, под действием которой в 1 куб.см сухого воздуха при нормальных условиях (температура -0° С, давление-760 мм рт. Ст.) создаются ионы, несущие одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака. Дозе 1Р соответствует образование 2080000000 пар ионов в 1 куб.см воздуха. Мощность экспозиционной дозы измеряют в рентгенах в час
Рад	Рад	Единица поглощённой дозы. Доза в 1Рад означает, что в каждом грамме вещества, подвергшегося облучению, поглощено 100 Эрг энергии
БЭР	БЭР	Биологический эквивалент рентгена. Это такая поглощенная доза любого излучения, которая вызывает тот же биологический эффект, что и 1 Р гамма-излучения
Грей	Гр	Единица поглощенной дозы излучения в системе СИ. 1 Грей – это такая поглощенная доза, при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 Дж. $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$
Кюри	Ки	Единица радиоактивности, определяемая как количество каких-либо радиоактивных ядер, в которых происходит 37000 000 000 распадов в секунду

Примечание: $1\text{Р} \sim 1 \text{ Рад} \sim 1 \text{ БЭР}$; $1 \text{ Гр} = 100 \text{ Рад}$

Активность (А) указывает на число атомов, распадающихся в секунду, и ничего не говорит о виде радиоактивного излучения или о величине его энергии (дозе радиации). В дозиметрии применяются удельная А (Ки/кг), объёмная A_v (Ки/м³) и поверхностная A_s (Ки/м²) активности источников. Между активностью и массой радиоактивных веществ существует определённая связь. Единица активности – кюри – соответствует 1 г Ra. Зная активность источника, можно рассчитать массу радиоактивного вещества, и наоборот.

Население, оказавшееся в зоне радиоактивного заражения, может подвергнуться следующим видам радиационного воздействия [5]:

внутреннему облучению – за счёт вдыхания радиоактивных веществ проходящего облака и потребления загрязнённых радионуклидами продук-

тов питания и воды. Внутреннее облучение происходит от источников альфа-, бета-, гамма-излучения;

внешнему облучению – за счёт излучения проходящего радиоактивного облака и излучения радионуклидов, выпавших из облака на поверхность земли, зданий и сооружений. Внешнее облучение происходит главным образом, за счёт гамма излучения и нейтронов;

контактному облучению – за счёт загрязнения радионуклидами кожных покровов и одежды.

Степень, глубина и форма лучевых поражений, развивающихся среди биологических объектов при воздействии на них ионизирующего излучения, в первую очередь зависят от величины поглощённой энергии излучения. Для характеристики этого показателя используется понятие поглощённой дозы, т. е. энергии, поглощённой единицей массы облучаемого вещества.

В системе единиц СИ за единицу поглощённой дозы принят грей (Гр), при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 Дж. Следовательно, $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Внесистемной единицей поглощённой дозы излучения является рад. 1 рад – это такая поглощённая доза, при которой количество поглощённой энергии в 1 г любого вещества составляет 100 эрг. Независимо от вида и энергии излучения $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}$ или $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Для характеристики дозы по эффекту ионизации, вызываемому в воздухе, используется так называемая экспозиционная доза. Она характеризует потенциальную опасность воздействия ионизирующих излучений при общем и равномерном облучении тела человека.

Экспозиционная доза в системе единиц СИ измеряется в кулонах на килограмм (Кл/кг).

Кл/кг – экспозиционная доза, производящая в 1 кг сухого воздуха ионы, несущие заряды в 1 Кл электричества каждого знака.

Внесистемной единицей экспозиционной дозы является рентген (Р).

1 Р – это доза гамма-излучения, под действием которой в 1 см³ сухого воздуха при нормальных условиях (температура 0 °С и давление 760 мм рт. ст.) создаётся 2080000000 пар ионов. $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ или $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$

Для энергии поглощённой биологическими тканями между единицами экспозиционной и поглощённой доз существует зависимость $1 \text{ Р} = 0,95 \text{ рад}$, приблизительно 1 рад.

Равные дозы различных видов излучения вызывают неодинаковые биологические эффекты.

Для оценки биологического действия ионизирующих излучений используется эквивалентная доза $D_{\text{экв}}$, которая равна произведению поглощённой дозы D_n (в Грех или радах) на так называемый коэффициент каче-

ства (K_k), отражающий эффективность воздействия конкретного вида излучения. $D_{\text{экв}} = D_n K_k$.

Если поглощённая доза измерена в греях, эквивалентная доза выражается в зивертах (Зв). Если поглощённая доза измерена в радах, то эквивалентная доза выражается в бэрах (биологический эквивалент рада). 1 Зв – эквивалентная доза любого вида излучения, поглощённая в 1 кг биологической ткани, содержащей такой же биологический эффект, как и поглощённая доза в 1 рад гамма-излучения.

Коэффициент качества рассчитывается на основе экспериментальных данных. Рентгеновские и гамма-лучи считаются эталонными. Для этих видов излучений $K_k = 1$, поэтому для них: 1 Гр = 1 Зв; 1 рад = 1 бэр \approx 1 Р.

Нейтроны примерно в 10 раз более эффективны в плане радиационного поражения, чем рентгеновские и гамма-лучи, поэтому для них $K_k = 10$, следовательно, $D_3 = D_n \cdot 10$. Тогда поглощённая доза нейтронного излучения в 1 Гр (100 рад) соответствует его эквивалентной дозе 10 Зв (1000 бэр).

Основными поражающими факторами радиационных аварий являются радиационное воздействие (ионизирующее излучение) и радиоактивное загрязнение (заражение). Это относится и к ядерному взрыву.

Доза излучения является основным параметром, характеризующим поражающее действие радиационного воздействия.

Радиоактивное загрязнение характеризуется мощностью дозы излучения или уровнем радиации (Р).

Мощность дозы – приращение дозы в единицу времени. Она характеризует скорость накопления дозы и может увеличиваться или уменьшаться со временем.

Уровень радиации – мощность дозы, измеренная на высоте 0.7–1.0 м над зараженной поверхностью. Измеряется в единицах: Гр/ч, рад/ч, Р/ч, бэр/ч.

Местность считается зараженной, и требуется применять средства защиты, если уровень радиации составляет 0,5 рад/ч и более.

Уровни радиации на местности, степень зараженности поверхности различных объектов радиоактивными веществами определяются по показаниям дозиметрических приборов.

Степень заражения местности и различных объектов характеризуется также количеством радиоактивных веществ, приходящихся на единицу поверхности, т. е. плотностью заражения, измеряемой в Ки/см; Ки/км, а воздуха, воды и продуктов питания – содержанием (концентрацией) радиоактивных веществ в единице объёма или веса, измеряемой в Ки/л, Ки/кг.

Загрязнение плотностью 1 Ки/м² эквивалентно мощности дозы 10 Р/ч. Мощность дозы 1 Р/ч соответствует плотности загрязнения 10 Ки/см². Итак, в системе СИ единицами измерения поглощённой, экспозиционной и эквивалентной доз ионизирующих излучений являются соответственно

грей (Гр), кулон на кг (Кл/кг) и зиверт (Зв), а внесистемными единицами являются рад, рентген (Р) и бэр.

Активность измеряется в беккерелях (Бк) в системе СИ. Внесистемной единицей измерения активности является кюри (Ки).

12.3. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека

В результате воздействия ионизирующего излучения на организм человека в тканях людей происходят сложные физические, химические и биохимические процессы, которые приводят к нарушению нормального обмена веществ, изменению характера жизнедеятельности клеток, отдельных органов и систем организма.

При изучении действия излучения на организм были определены следующие особенности:

1. Действие ионизирующих излучений неощутимо человеком, отсутствуют органы чувств, которые воспринимали бы ионизирующие излучения. Дозиметрические приборы являются как бы дополнительным органом чувств для восприятия ионизирующего излучения

2. Высокая эффективность поглощённой энергии. Малые количества поглощённой энергии излучения могут вызвать глубокие биологические изменения в организме.

3. Наличие скрытого или инкубационного периода. Продолжительность его сокращается при облучении в больших дозах.

4. Действие отдельных доз может суммироваться или накапливаться.

5. Излучение действует не только на данный живой организм, но и на его потомство. Это так называемый генетический эффект.

6. Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению.

7. Не каждый организм в целом одинаково реагирует на облучение.

8. Облучение зависит от частоты. Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.

Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологические изменения в организме как при внешнем, так и при внутреннем облучении.

Биологический эффект ионизирующего излучения зависит от суммарной дозы и времени воздействия излучения, вида излучения, размеров облучаемой поверхности и индивидуальных особенностей организма.

Допустимые дозы облучения устанавливаются с учётом способности организма человека восстанавливаться от радиационного поражения. Эта часть составляет около 90% общей поглощённой дозы, которую принято называть обратимой частью радиационного поражения. 10% радиационно-

го поражения не восстанавливается и представляет собой остаточную дозу, вызывающую отдалённые последствия поражения.

Из 90% обратимой части радиационного поражения половина восстанавливается через месяц, другая половина – через три месяца. В первые 4 суток с момента облучения восстановление не происходит. Поэтому доза, полученная за 4 суток называется однократной. Дозы внешнего облучения, не приводящие к снижению работоспособности приведены в табл. 12.4 [5].

Т а б л и ц а 1 2 . 4

Дозы внешнего облучения, не приводящие
к снижению работоспособности

Длительность облучения	Доза, Р
Однократное в течение первых 4 суток	50
Многократное:	
– в течение первых 10 – 30 суток	100
– в течение 3 месяцев	200
– в течение года	300

Поглощённая доза облучения, вызывающая поражение отдельных частей тела, а затем и смерть, превышает смертельную поглощённую дозу облучения всего тела.

Смертельные поглощённые дозы для отдельных частей тела следующие: голова – 2000, нижняя часть живота – 3000, верхняя часть живота – 5000, грудная клетка – 10000, конечности – 20000 рад.

Степень чувствительности различных тканей к облучению неодинакова. Большая чувствительность кроветворных органов к радиации лежит в основе определения характера лучевой болезни.

Важным фактором при воздействии ионизирующего излучения на организм является время облучения.

С увеличением мощности дозы поражающее действие излучения возрастает. Чем более дробно излучение по времени, тем меньше его поражающее действие.

Степень поражения организма зависит от облучаемой поверхности. С уменьшением облучаемой поверхности уменьшается и биологический эффект. Так, при облучении поглощённой дозой в 450 рад участка тела площадью 6 см² заметного поражения не наблюдалось, а при облучении такой же дозой всего тела было 50% смертельных случаев.

Радиоактивные вещества могут попасть внутрь организма при вдыхании воздуха, зараженного радиоактивными элементами, с зараженной пищей или водой и, наконец, через кожу, а также при заражении открытых ран.

Каждый радионуклид ведёт себя по-своему, имеет свои точки приложения. Например, при поступлении радиоактивного йода в организм около

30% его накапливается в щитовидной железе. Стронций и др. концентрируются в костях. Цезий распределяется равномерно в мышечной ткани. Для радионуклидов учитывается период полувыведения – время, за которое количество попавшего в организм радиоизотопа сокращается наполовину.

Для цезия-137, например, период полувыведения равен – 110 сут., а для йода-131 – 7,5 сут.

Радиационное излучение происходит не только вследствие неполадок в ядерных установках или после взрывов атомных бомб. Всё живое на Земле так или иначе находится под воздействием радиационного фона. Он складывается из двух составляющих – естественного фона и так называемого техногенного, который является следствием технической деятельности человека. В результате облучения человек получает определённую дозу.

Институтом атомной энергии имени И. В. Курчатова определены следующие результаты воздействия доз облучения:

0,5 мбэр – ежедневный в течение года трёхчасовой просмотр телепередач;

3 бэр – облучение при рентгенографии зубов;

5 бэр – допустимое облучение персонала АЭС в нормальных условиях за год;

10 бэр – допустимое аварийное облучение население (разовое);

25 бэр – допустимое облучение персонала (разовое);

30 бэр – облучение при рентгеноскопии желудка;

75 бэр – кратковременное незначительное изменение состава крови;

1000 БЭР – нижний уровень развития лёгкой степени лучевой болезни.

Характер воздействия ионизирующих излучений на животных такой же, как и на людей.

При выпадении радионуклидов на поверхность земли происходит заражение почвы и растений. При этом до 25% радиоактивной пыли задерживается на поверхности растений и происходит частичное всасывание радиоактивных веществ внутрь растения. Поражение растений проявляется в торможении роста и замедлении развития, снижении урожая, понижении репродуктивного качества семян, клубней, корнеплодов. При больших дозах возможна гибель растений, проявляющаяся в остановке роста и усыхании.

Вода открытых водоёмов загрязняется радиоактивными веществами преимущественно при формировании радиоактивного следа. Концентрация радиоактивных продуктов в воде зависит от растворимости радиоактивных частиц и отношения поверхности водоёма к глубине.

Основные пищевые продукты, входящие в рацион человека, по способам загрязнения могут быть условно разделены на 2 категории:

1. Сырьё и пищевые продукты, изготовленные до момента загрязнения и хранящиеся на складах, в магазинах и личных запасах населения.

2. Местные продукты, загрязнённые выпавшими радиоактивными веществами, которые предстоит произвести или собрать на территории следа. К ним относятся продукты: растительного (зерно, овощи, фрукты) и животного (мясо, молоко) происхождения.

Первая категория может быть источником поступления радиоактивных веществ в организм человека, если продукты не защищены от радиоактивной пыли.

Наиболее интенсивно загрязняется продовольствие, отнесённое ко второй категории, поскольку заранее защитить его от загрязнения практически невозможно.

Из зерна, загрязнённого на корню в спелом состоянии, переходит в хлеб 10–15% радиоактивных веществ. В течение времени, необходимого на сбор урожая, обмолот, просушку и размол, значительная часть радиоактивных продуктов распадается. Поэтому уже через 7 суток радиоактивность хлеба будет более чем в 100 раз ниже начального загрязнения.

В реальных условиях этот путь поступления в организм человека радиоактивных веществ не представляет большой опасности.

Наиболее интенсивно загрязняются овощи, которые произрастают над почвой (зелень, огурцы, помидоры, баклажаны, перец, капуста). Корнеплоды, находящиеся под слоем почвы, практически не загрязняются. С поверхности фруктов и овощей радиоактивные вещества достаточно эффективно удаляются при их мойке и очистке (загрязнение уменьшается в 50–100 раз). Это свидетельствует о том, что растительные продукты также не являются источником поступления в организм человека опасных количеств радиоактивных веществ.

Источником проникновения радиоактивных веществ в мясомолочную продукцию является растительность пастбищ. Скот в сутки поедает траву с больших площадей (до 160 м²), что обуславливает интенсивное поступление радиоактивных веществ в его организм. Однако проведенная оценка свидетельствует о том, что потребление мяса животных не может создать опасных дозовых нагрузок у людей, поскольку основные изотопы, поступающие в мясо (мышцы), относительно равномерно распределяются в организме людей и быстро выводятся.

Наиболее серьёзную опасность представляет потребление молока у коров, выпасаемых на загрязнённых пастбищах. При этом в щитовидной железе людей откладывается 25–30% поступившего количества изотопов йода. Поэтому она может подвергаться воздействию больших доз излучения изотопами йода. Загрязнённое молоко не должно уничтожаться. Из него можно изготовить молочные продукты длительного хранения (масло, сыр, сгущённое молоко).

В табл. 12.5 приведены нормы допустимого радиоактивного загрязнения продуктов и воды.

Т а б л и ц а 1 2 . 5

Нормы допустимого радиоактивного загрязнения продуктов и воды

№ п/п	Наименование продуктов	Ки/л	Ки/кг
1	Вода питьевая	5	10
2	Молоко, сметана, сыр, творог	1	10
3	Масло сливочное, молоко сгущённое	3	10
4	Мясо, рыба, яйца	5	10
5	Мясо говяжье	8	10
6	Картофель, овощи, фрукты	2	10
7	Хлеб, мука, крупы, сахар	1	10

12.4. Нормы радиационной безопасности (НРБ)

Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группа А и Б);
- всё население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса нормативов:

- основные пределы доз (ПД) (табл. 12.6);
- допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз; пределов годового поступления (ПГП), допустимых среднегодовых объемных активностей (ДОА), среднегодовых удельных активностей (ДУА) и др.;
- контрольные уровни (дозы, уровни, активности, плотности потоков и др.). Их значения должны учитывать достигнутый в организации уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Доза эффективная - величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учётом их радиационной чувствительности, в зивертах (Зв).

Доза эквивалентная (эффективная ожидаемая) – это доза за время τ , прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм.

$$H_{\tau}(T) = S_{t_0}^{t_0+\tau} H_T(t) dt, \quad (12.1)$$

где t_0 – момент поступления радиоактивных веществ в организм;
 $H_T(t)$ – мощность эффективной или эквивалентной дозы к моменту времени t ($t = t_0 + \tau$).

Если величина t не определена, то её следует принять равной 50 годам для взрослых и 70 годам для детей.

Толкование дозы эквивалентной следующее.

Т а б л и ц а 1 2 . 6

Основные пределы доз

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
	Лица из персонала (группа А и Б)	Лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
– в хрусталике	150 мЗв	15 мЗв
– в коже	500 мЗв	50 мЗв
– в кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Доза эквивалентная – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв. Начало периодов введено с 1 января 2000 года.

Допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников излучения, для населения не устанавливается. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников излучения.

Основной вывод, вытекающий из анализа НРБ-96, состоит в том, что население не должно подвергаться облучению, превышающему 5 мЗв в год.

Нормы радиационной безопасности при их строгом соблюдении обеспечивают сохранение жизни и здоровья людей.

13. РАДИАЦИОННО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Наибольшую опасность для населения представляют аварийные режимы работы объектов ядерной энергетики. В мире работают более 370 энергетических реакторов, на которых произошло уже более 150 аварий с утечкой радиоактивных веществ.

При авариях все продукты ядерного деления высвобождаются в виде аэрозолей (за исключением редких газов и йода) и распространяются в атмосфере в зависимости от силы и направления ветра. Размеры облака в поперечнике могут изменяться от 30 до 3000 м, а размеры зон загрязнения в безветренную погоду могут иметь радиус до 180 км при мощности реактора 100 МВт.

В настоящее время доля АЭС в общем объеме производства электроэнергии в стране составляет около 12 %.

Для сравнения во Франции на АЭС производится 70 % всей электроэнергии, в Бельгии – 67%, в Швеции – 50 %.

Наши специалисты убеждены в том, что в обозримом будущем именно АЭС способны обеспечить энергетические потребности человечества при наименьших отрицательных экологических последствиях.

Основными причинами нарушений являются:

1. Недостатки:

- административного управления;
- проектирования и конструирования;
- организации и планирования работ;
- изготовления оборудования;
- ремонта.

2. Неудовлетворительное состояние с вывозом отработанного ядерного топлива с АЭС в связи с отсутствием стратегического решения по его дальнейшей переработке.

Рост количества отработанного ядерного топлива, хранимого на площадках АЭС, снижает ядерную безопасность и требует специального обоснования безопасности принятых схем хранения при аварийных ситуациях.

3. Неудовлетворительное обеспечение ядерной и радиационной безопасности при обращении с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Напряженное положение с хранением и транспортировкой отработанного ядерного топлива сложилась на Северном и Тихоокеанском флотах. Практически все хранилища полностью завалены, резерв их мощностей исчерпан, техническое состояние не отвечает современным требованиям нормативных документов.

Нерешенными проблемами остаются: вывоз отработанного ядерного топлива, утилизация выведенных из эксплуатации подводных атомных лодок, прекращение сброса жидких радиоактивных отходов в море, строительство сооружений для безопасного хранения и захоронения твердых радиоактивных отходов.

Длительное использование атомной энергии в мирных и оборонных целях без законодательного регулирования породило многочисленные проблемы, требующие безотлагательного решения (вывод из эксплуатации объектов, не соответствующих требованиям безопасности, повышение безопасности действующих объектов, захоронение радиоактивных отходов и др.)

Результаты расчетов, произведенных после аварий на АЭС, показывают, что площади зон загрязнения, внутри которых существует угроза жизни и здоровью людей, при неблагоприятных погодных условиях могут достигнуть тысячи и более км².

Авария на Чернобыльской АЭС привела к необходимости пересмотра подходов и требований к обеспечению безопасного развития ядерной энергетики. В настоящее время принимаются меры по оснащению станций тренажерами для тренировки на них персонала, усилению диагностических средств и т. п.

Намечено использование реакторов повышенной безопасности.

Особенно остро стоит проблема правильного размещения опасных производств на территории страны.

Для химически и радиационно опасных объектов предусматривается санитарно-защитная зона, в которой запрещено размещение жилых зданий, детских и лечебно-оздоровительных учреждений и ряда других объектов.

Как известно, 26 апреля 1986 года произошла крупная авария на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС. Пензенская область, наряду с другими, отнесена к районам, пострадавшим от аварии на Чернобыльской АЭС. Здесь в ряде районов обнаружено повышенное содержание цезия, радона, стронция и др. радиоактивных элементов, обусловленное выбросами на Чернобыльской АЭС и последующим их переносом и выпадением на территории области.

13.1 Характеристика зон безопасности вокруг радиационно опасных объектов

Радиационно опасный объект (РОО) – научный, народнохозяйственный (промышленный) или оборонный объект, при авариях или разрушениях которого могут произойти массовые радиационные поражения людей, животных и растений и радиоактивное загрязнение среды.

К ним относятся предприятия, имеющие атомные энергетические установки (реакторы) производственного и исследовательского назначения (АЭС, атомные теплоэлектроцентрали АТЭЦ, атомные станции теплоснабжения АСТ и др.), транспортные средства с ядерными установками, ядерные боеприпасы в местах их хранения или установки и др.

В период нормального функционирования РОО с целью профилактики и контроля выделяют две основные зоны безопасности.

– санитарно-защитную зону – территорию вокруг объекта, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации может превысить дозовый предел для населения 5мЗв в год по НРБ-99/09;

– зону наблюдения – территория, где возможно влияние радиоактивных сбросов и выбросов РОО и где облучение проживающего населения может достигать установленного дозового предела.

Наибольшую опасность для персонала РОО и близко живущего населения представляет радиационная авария. Различают радиационные аварии – местную и общую.

Местная радиационная авария – нарушение в работе РОО, при котором произошел выход радиоактивных продуктов в пределах санитарно-защитной зоны объекта в количествах, превышающих установленные для нормальной эксплуатации объекта значения.

Общая радиационная авария – нарушение в работе РОО, при котором произошел выход радиоактивных продуктов за границу санитарно-защитной зоны объекта в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающей территории и возможному облучению проживающего на ней населения выше установленных норм.

Последствия радиационных аварий обусловлены их поражающими факторами. Основными поражающими факторами являются радиационное воздействие и радиоактивное загрязнение. Аварии могут начинаться и сопровождаться взрывами и пожарами. Радиоактивному воздействию подвергаются люди, сельскохозяйственные животные, растения и приборы, чувствительные к излучениям. Радиоактивному загрязнению подвергаются сооружения, коммуникации, техническое оборудование, транспортные средства, имущество, материалы и продовольствие, сельскохозяйственные угодья и природная среда.

В ходе радиоактивной аварии, как результат градации её последствий, образуются зоны, имеющие различную степень опасности для здоровья людей и характеризующиеся той или иной возможной дозой облучения:

– зона возможного опасного радиоактивного загрязнения – территория, в пределах которой не случилось общей радиоактивной аварии, прогнозируются дозовые нагрузки, не превышающие 10 бэр/год;

– зона ограничений – территория, в пределах которой доза внешнего облучения может составить от 10 до 25 рад, а доза внутреннего облучения щитовидной железы не превышает 30 рад;

– зона профилактических мероприятий – территория, в пределах которой доза внешнего облучения может превысить 25 рад, но не более 75 рад, а доза внутреннего облучения щитовидной железы человека может быть от 30 до 250 рад;

– зона экстренных мер защиты населения – территория, в пределах которой доза внешнего облучения населения за время формирования радиоактивного следа выброса при общей радиационной аварии может превысить 75 рад, а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм радиоактивного йода – 250 рад.

После стабилизации радиационной обстановки в районе аварии, в период ликвидации её долговременных последствий могут устанавливаться зоны:

1. Отчуждения с уровнем радиации свыше 20 мрад/ч и загрязнением по цезию-137 – свыше 40 Ки/км², по стронцию – свыше 10 Ки/км².

В этой зоне проводятся мероприятия:

- отселение людей и вывод животных из зоны;
- ограждение зоны колючей проволокой с ограничением допуска;
- оборудование специальных выездов с усиленными нарядами службы охраны, общественного порядка и спецформирований;
- подвоз спецформирований в зону для выполнения работ по дезактивации;
- проведение тщательного дозиметрического контроля;
- санитарная обработка людей и обеззараживание техники после выполнения работ.

2. Временного отселения с уровнем радиации 5-20 мрад/ч и загрязнением по цезию 15-40 Ки/км², по стронцию – 3-10 Ки/км².

В этой зоне проводятся мероприятия:

- постоянное ведение радиационной разведки и наблюдения;
- отселение людей и вывод животных из зоны

3. Жесткого контроля с уровнем радиации 3-5 мрад/ч и загрязнением по цезию до 15 Ки/км², по стронцию – до 3 Ки/км².

В этой зоне проводятся мероприятия:

- постоянное ведение радиационной разведки и наблюдения;
- организация и проведение специальной обработки людей и техники (при заражении выше допустимых норм);
- соблюдение режимов радиационной защиты с использованием СИЗ;
- организация и проведение дозиметрического контроля;
- контроль за степенью загрязнения продуктов питания, пищевого сырья и фуража;

– организация подвоза продуктов питания и фуража

Радиоактивное загрязнение местности в случае аварии на АЭС существенно отличается от радиоактивного заражения при ядерном взрыве по конфигурации следа, масштабам и степени заражения, дисперсному составу радиоактивных продуктов, а также своему поражающему действию. Это обусловлено в основном динамикой и изотопным составом радиоактивных выбросов, а также изменением метеорологических условий в период выбросов [5].

Установлено, что выброс радионуклидов за пределы аварийного блока Чернобыльской АЭС представлял собой растянутый во времени процесс, в течение которого направление ветра в слое от 0 до 1000 м изменилось на 360° , фактически описав полный круг. В результате основные зоны радиоактивного загрязнения местности после аварии сформировались в западном, северо-западном, северо-восточном направлениях от АЭС, а затем в меньшем масштабе – в южном направлении.

Формирование радиоактивных выпадений в ближней зоне закончилось в первые 4-5 суток. Таким образом, если след радиоактивного облака при ядерном взрыве обычно вытянут по направлению среднего ветра в виде эллипса, то в случае аварии на ЧАЭС конфигурация зоны радиоактивного загрязнения имеет веерный очаговый характер и целиком определяется метеороусловиями в течение всего времени выброса.

Площади радиоактивного загрязнения местности, ограниченные сопоставимыми с ядерным взрывом изоуровнями мощности доз, по сравнению с ним ничтожно малы. Так, например, площадь с изоуровнем мощности дозы 10^3 мР/ч (1 Р/ч) составила менее 10 км^2 , в то время как при ядерном взрыве такие площади составляют сотни квадратных километров.

Вместе с тем уровни радиации в здании разрушенного реактора, особенно на крыше, а также на отдельных участках непосредственно прилегающей к зданию территории составляли сотни Р/ч вследствие выброса радиоактивных продуктов деления, раскаленных кусков радиоактивного графита, разрушенных тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и т.п.

Состав радионуклидов в аварийном выбросе примерно соответствовал их составу в топливе поврежденного реактора, отличаясь только повышенным содержанием летучих продуктов деления (йода-131, теллура-132, цезия-134 и 137) и благородных газов (ксенона-133, криптона-85).

После прекращения радиоактивных выбросов аварийным блоком изменение радиоактивного загрязнения определялось в основном радиоактивным распадом, ветровым переносом, смывом дождевыми и паводковыми водами (после таяния снегов), диффузией радионуклидов в почву и т.п.

В целом с учетом всех перечисленных выше процессов, влияющих на спад радиации, степень радиоактивного загрязнения местности через один год после аварии (к 1 мая 1987года) уменьшилась примерно в 55 раз.

Дисперсный состав радиоактивных продуктов определялся двумя независимыми источниками радиоактивных аэрозолей: мгновенным источником, образовавшимся в результате теплового взрыва разрушенного реактора; горячим источником выброса из реактора продуктов деления, накопившихся в тепловыделяющих элементах.

На интенсивность горячего источника накладывался в дальнейшем эффект от сброшенного в активную зону значительного количества песка, глины, доломита, бора, свинца и других материалов.

Это обусловило мелкодисперсный состав парогазового горячего радиоактивного облака (размер частиц до 0,5 мкм), обладавшего высокой способностью проникать в различные материалы (например, в дерево – на 2-3 мм, кирпич, бетон – 1-2 мм, металл – 0,05 мм (за счет ионного обмена), что затрудняло их дезактивацию.

Поражающее действие радиоактивных веществ на незащищенных людей в условиях аварии обусловлено:

– внутренним облучением в результате ингаляционного поступления в организм человека радионуклидов за время прохождения парогазового радиоактивного облака, а также возможного попадания их с продуктами питания и водой. Основным "поставщиком" внутреннего облучения в начальный период (до 1,5-2 месяцев) является йод-131 с периодом полураспада 8 суток;

– внешним облучением от парогазового радиоактивного облака за время его прохождения и от радиоактивного загрязнения местности и объектов на следе облака.

Радиоактивному загрязнению подвергаются сельскохозяйственные угодья. Так, большая часть угодий внутри 30-километровой зоны ЧАЭС и примерно 2 млн. га за её пределами (по состоянию на август 1986 года) были радиоактивно загрязнены. При уровне загрязнения более 40 Ки/км² по цезию-137 был наложен запрет на их использование для сельскохозяйственного производства.

Из природной среды наиболее чувствительными к радиоактивному загрязнению проявили себя сосновые леса в результате воздействия мелкодисперсного парогазового облака с высокой бета-активностью (в 10 раз выше, чем при ядерном взрыве). Площадь погибшего лесного массива, примыкающего к ЧАЭС с запада ("рыжий лес"), составляла 400 га. Лиственные породы (береза, осина, дуб) почти не пострадали (поглощающая способность у них намного выше, чем у хвойных пород).

Радиоактивное загрязнение водных бассейнов с момента аварии и до июля 1986 года было обусловлено в основном наличием в них изотопов цезия и стронция, концентрация которых в Киевском водохранилище, реках Припяти, Днепре с июля 1986 года по май 1987 года снизилась более чем в 20 раз. Для уменьшения смыва радионуклидов было сооружено бо-

лее 100 защитных и фильтрующих дамб, в результате чего заметного повышения концентрации радионуклидов не наблюдалось, она оставалась значительно ниже предельно допустимой.

В первоначальный период после аварии наибольший вклад в общую радиоактивность вносят радионуклиды с коротким периодом полураспада (йод-131 – 8 суток, цезий-131 – 9,7 суток). В последующем активность определяется нуклидами с большим периодом полураспада – от нескольких суток до тысяч лет. Из них долгое время основную долю в динамику радиационной обстановки вносят биологически опасные радионуклиды: цезий-137 (30 лет), стронций-90 (28 лет), плутоний-239 (24 тыс. лет) и др.

13.2. Профилактика радиационных аварий

Основными направлениями предотвращения и снижения потерь и ущерба при радиационных авариях являются:

- рациональное размещение РОО с учетом возможных последствий аварий;
- специальные меры по ограничению распространения выброса за пределы санитарно-защитной зоны;
- меры по защите персонала и близко живущего населения.

При размещении РОО наравне с хозяйственно-экономическими факторами должны учитываться факторы безопасности.

Так, пристанционный поселок с населением до 500 тыс. человек должен размещаться не ближе 8 км от АЭС. Минимально допустимое расстояние от АЭС до города с населением от 500 тыс. человек до 1 млн человек – 30 км, а с населением свыше 1 млн – 100 км.

Специальные меры по ограничению распространения выброса включают конструктивные способы предотвращения выбросов и локализации реактора, установление санитарно-защитных зон и др.

Меры по защите персонала и населения включают :

- создание локальной системы оповещения персонала и населения в 30-километровой зоне;
- создание автоматизированной системы контроля радиационной обстановки;
- первоочередное строительство и приведение в готовность защитных сооружений в радиусе 30 км вокруг АЭС, а также использование подвальных и других легко герметизируемых помещений;
- создание запасов медикаментов и СИЗ;
- разработка оптимальных режимов поведения населения и подготовка его к действиям во время аварии;
- создание на АЭС специализированных формирований ;

– прогнозирование радиационной обстановки и организация радиационной разведки;

– периодическое проведение учений ГО на АЭС и прилегающей территории

Таким образом, зоны заражения при аварии на радиационно опасных объектах отличаются от зон заражения при ядерных взрывах, что вызывает необходимость принятия специальных мер защиты от поражающих факторов.

13.3 Нормы поведения и действия населения на радиоактивно зараженной местности

Получив сигнал "**Радиационная опасность**" и информацию о радиационной аварии, персонал предприятий, учреждений и население действует в соответствии с полученными конкретными рекомендациями.

В случае, если в поступившей информации отсутствуют рекомендации по действиям следует, защитить органы дыхания имеющимися СИЗ (надеть маски противогазов, респираторы, ватно-марлевые повязки, противопыльные тканевые маски или применить подручные средства – платки, шарфы, другие тканевые изделия) и по возможности быстро укрыться в ближайшем здании, лучше всего в собственных квартирах [6].

Войдя в помещение, снять и поместить верхнюю одежду и обувь в пластиковый пакет или пленку, закрыть окна и двери, включить телевизоры, радиоприемники и радиопродукторы, занять место вдали от окон, быть в готовности к приему информации и указаний .

Провести герметизацию помещения и защиту продуктов. Для этого подручными средствами заделать щели в окнах и дверях . Открытые продукты поместить в полиэтиленовые пакеты или завернуть в полиэтиленовую пленку. Сделать запас воды в закрытых сосудах. Продукты и воду поместить в холодильники и закрываемые шкафы.

При получении указаний провести профилактику препаратами йода. При их отсутствии использовать 5% раствор йода: 3-5 капель на стакан воды для взрослых и 1-2 капли на 100 г жидкости для детей до 2-х лет. Прием повторить через 5-7 часов. При приготовлении и приеме пищи все продукты, выдерживающие воздействие воды, промывать. Строго соблюдать правила личной гигиены, предотвращающие или значительно снижающие внутреннее облучение организма. Помещения оставлять только при крайней необходимости и на короткое время. Подготовиться к возможной эвакуации. Для этого приготовить необходимые вещи [см. 6]:

– СИЗ, в том числе подручные (накидки, плащи из синтетических пленок, резиновые сапоги, боты, перчатки и т. д.);

– одежду и обувь по сезону;

- однодневный запас продуктов и лекарства для больных;
- нижнее белье;
- другие ценные и крайне необходимые вещи

Вещи и продукты уложить в чемоданы или рюкзаки, которые обернуть синтетической пленкой.

Находясь на открытой загрязненной местности, не снимать СИЗ, избегать поднятия пыли, без надобности не садиться, не прикасаться к посторонним предметам. Запрещается пить, принимать пищу, курить.

При прибытии в район размещения эвакуированных сдать СИЗ и одежду на дезактивизацию или утилизацию или провести её самостоятельно путем выколачивания или вытряхивания, находясь при этом в средствах защиты органов дыхания с наветренной стороны. Промыть глаза 2% раствором пищевой соды или чистой водой, прополоскать рот и горло, два раза вымыть тело водой с мылом.

После прохождения дозиметрического контроля надеть чистое бельё, одежду, обувь. Соблюдение этих мер предосторожности позволит избежать заболевания лучевой болезнью.

14. ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

В настоящее время известно более 7 млн химических веществ, из которых 60 тыс. находят широкое применение, из них 5500 – пищевые добавки, 40 – лекарств, 1500 – препараты бытовой химии.

Появляются всё новые химические соединения и смеси. Возможность загрязнения химическими веществами окружающей среды всё более возрастает.

Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья сейчас или в отдалённые сроки жизни настоящего и будущих поколений.

Токсическими веществами (или ядами) называют химические элементы (компоненты), поступающие в количестве и качестве, не соответствующем врождённым или приобретённым свойствам организма и поэтому вызывающие вредные реакции, несовместимые с нормальной жизнедеятельностью организма.

Ядовитые свойства могут проявить практически все вещества, однако к ядам принято относить лишь те, которые своё вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах. Вредные вещества проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути, а также через кожный покров и пищеварительный тракт.

Огромную опасность представляют аварийно химически опасные вещества (АХОВ), называемые ещё сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

Химические объекты, производящие эти и другие химические вещества, являются объектами повышенной опасности для населения близлежащих районов особенно при их расположении в городах и других населённых пунктах.

Чётко представить себе эту опасность, знать свои действия в случае аварии на химическом объекте и меры защиты от АХОВ – задача каждого гражданина.

14.1 Свойства химических веществ, правила их хранения и перевозки

Люди и животные могут получить поражения при воздействии на них АХОВ, поступающих во внешнюю среду при разрушении мест хранения или в результате аварии на предприятиях, производящих и применяющих такие вещества.

АХОВ – это химические вещества, предназначенные для применения в народнохозяйственных целях, которые при выливе или выбросе способны

вызывать массовое поражение людей, животных и растений. Наиболее распространённые СДЯВ представлены в табл. 14.1.

Т а б л и ц а 1 4 . 1

Наиболее распространённые СДЯВ

Наименование	Физическое состояние
Гидрозин	Жидкое
Аммиак	Газообразное
Диоксин	Твердое
Окись углерода	Газообразное
Окись этилена	Жидкое
Сероуглерод	Жидкое
Сернистый ангидрид	Газообразное
Фосген	Жидкое
Хлор	Газообразное
Цианистый водород	Жидкое

В результате распространения на местности АХОВ образуются зона химического заражения и очаги химического поражения. Для характеристики степени зараженности среды АХОВ используются понятия: пороговая концентрация (ПК) или предельно допустимая концентрация (ПДК).

Пороговая концентрация – это минимальная эффективная концентрация, т.е. наименьшее количество вещества, которое может вызывать ощутимый физиологический эффект. При этом поражённые ощущают лишь первичные признаки поражения и сохраняют работоспособность. Предельно допустимая концентрация регламентирует допустимую степень заражения АХОВ воздуха рабочей зоны и используется в интересах соблюдения требований безопасности в производстве. Поражающее действие указанных химических веществ можно охарактеризовать такими параметрами, как токсичность, быстрдействие, стойкость.

Токсичность – это способность химических веществ вызывать поражение при попадании в организм в определённых дозах.

Разделение химических веществ на группы по токсичности приведена в табл. 14.2.

Т а б л и ц а 1 4 . 2

Группы токсичности химических веществ

Группа токсичности	C_{50} или частично смертельная концентрация, мг/м ³	D_{50} или частично смертельная доза, мг/кг
Чрезвычайно токсичные	Ниже 1	Ниже 1
Высокотоксичные	1-5	1-50
Сильнотоксичные	6-20	51-500
Умеренно токсичные	21-80	501-5000
Малотоксичные	81-160	5001-15000
Практически нетоксичные	Свыше 160	Свыше 15000

В качестве количественной характеристики поражающего действия химических и других токсичных для животных и человека соединений используют понятие токсичной дозы. Значения средних пороговых токсодоз приведены в табл. 14.3.

Т а б л и ц а 14.3

Значения средних пороговых токсодоз

Сильнодействующие ядовитые вещества	PD ₅₀ , Гс/м ³
Аммиак	454
Гидрозин	14
Окись углерода	1620
Окись этилена	3600
Двуокись серы	194
Сероуглерод	2592
Фосген	13
Цианистый водород	36
Хлор	36

Для детей токсодозы в 4-10 раз меньше.

При ингаляции токсодоза равна произведению концентрации ОВ или СДЯВ в воздухе на время воздействия в минутах (мг·мин/л).

При проникновении ОВ или СДЯВ через кожу, желудочно-кишечный тракт и кровяной поток токсодоза измеряется количеством ОВ или СДЯВ на килограмм живой массы (мг/кг).

В зависимости от дозы поражение может развиваться в виде молниеносной формы с летальным исходом в течение первых секунд или минут либо в форме прогрессирующего тяжёлого патологического процесса.

Быстродействие – это время от момента контакта с химическим веществом до проявления эффекта.

Стойкость – это способность ОВ или СДЯВ сохранять свои поражающие действия в воздухе или на местности в течение определённого периода времени. В состоянии пара, аэрозоли, капли ОВ или СДЯВ способны распространяться по ветру на большие расстояния, проникать в здания, сооружения и укрытия и длительное время сохранять свои поражающие свойства. На действие их в атмосфере и на местности оказывают влияние физико-химические характеристики: летучесть, вязкость, поверхностное натяжение, температура плавления и кипения, устойчивость к факторам внешней среды.

Характер и степень поражения людей и животных зависят от вида АХОВ и токсодозы.

Классификация АХОВ по степени воздействия на организм человека дана в табл. 14.4. АХОВ, как правило, хранятся в герметических ёмкостях в сжиженном виде под давлением собственных паров (6-12 атм) и подаются по трубопроводам в технологические цехи.

В среднем на предприятиях минимальные (неснижаемые) запасы химической продукции создаются на трое суток, а для заводов по производству минеральных удобрений – до 10-15 суток.

На производственных площадках или в транспортных средствах АХОВ, как правило, содержатся в стандартных ёмкостных элементах. АХОВ перевозятся авто- или железнодорожным транспортом в цистернах или шаровых резервуарах в сжиженном состоянии.

Широкое распространение в настоящее время получили ёмкости цилиндрической формы и шаровые резервуары. Вместимость их бывает разной. Хлор – в ёмкостях от 1 до 1000 тонн, аммиак – от 5 до 30000 тонн, синильная кислота – от 1 до 200000 тонн, окись этилена в шаровых резервуарах объёмом 800 куб. м и более, окись углерода – до 100 тонн.

Т а б л и ц а 14.4

Классификация СДЯВ

Показатель	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10	более 10
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	менее 15	15-150	151- 500	более 500
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	менее 100	101-500	501- 2500	более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	менее 500	501- 5000	5001- 50000	более 50000

Зона химического заражения включает место (территорию) аварии и территорию, над которой распространилось облако, зараженное АХОВ с поражающими концентрациями.

На рис. 14.1 показана зона химического заражения, созданная в результате аварии (разлива) СДЯВ на химическом предприятии города N. Она включает территорию разлива СДЯВ I и территорию распространения паров II глубиной Г и шириной Ш. Зона заражения характеризуется типами ОВ или СДЯВ, размерами, расположением по отношению к объектам экономики, степенью зараженности воздушной среды и местности и изменением этой зараженности во времени. Границы зоны определяются значениями пороговых токсических доз ОВ или СДЯВ, вызывающих начальные симптомы поражения и зависит от размеров участка разлива СДЯВ, метеорологических условий, рельефа местности.

На скорость рассеивания паров (аэрозолей) АХОВ и на площадь их распространения влияет вертикальная устойчивость приземных слоев атмосферы. Инверсия и изотермия способствуют сохранению высоких кон-

центраций АХОВ в приземном слое атмосферы. Конвекция вызывает сильное рассеяние зараженного воздуха.

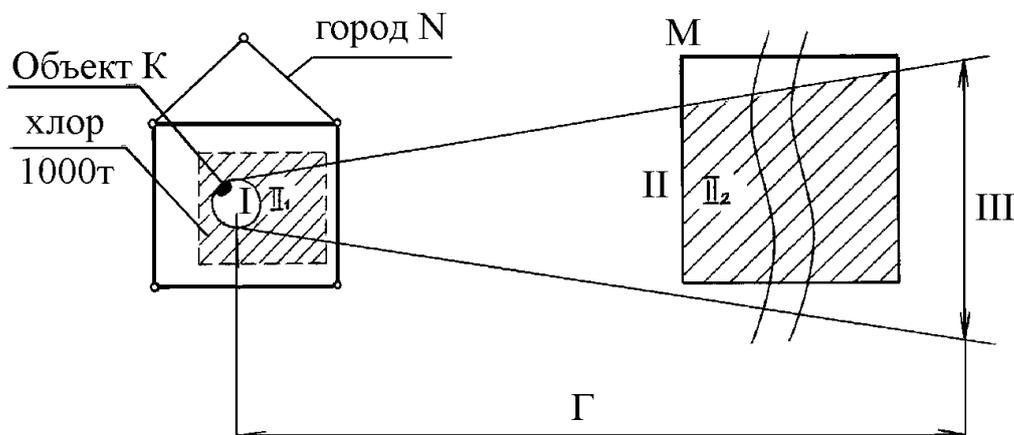


Рис. 14.1 Зона химического заражения СДЯВ

При повышении температуры воздуха и почвы испарение АХОВ увеличивается, а продолжительность их действия уменьшается. При сильном ветре (свыше 6 м в секунду) облако АХОВ быстро рассеивается, а испарение капельно-жидких веществ увеличивается, что также способствует ускорению обеззараживания местности. При слабом ветре (до 4 м в секунду) и при отсутствии восходящих потоков воздуха облако зараженного воздуха распространяется по ветру, сохраняя поражающие концентрации на значительную глубину (до десятков километров). Дождь механически вымывает АХОВ из атмосферы и из поверхностных слоёв почвы; АХОВ либо смываются с поверхности почвы, либо уходят в более глубокие её слои с водой; часть их гидролизуются водой. При выпадении снега на зараженный участок капельно-жидкие АХОВ сохраняются более продолжительное время.

Растительный покров (кустарник, трава, лес) и рельеф местности (овраги, лощины) способствуют застою зараженного воздуха и увеличению длительности заражения. Зараженный воздух застаивается в квартирах, густой застройке населённых пунктов.

Очаг химического поражения – это территория, в пределах которой в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных продуктов, животных и растений.

В зависимости от количества АХОВ в зоне заражения может быть один или несколько очагов химического поражения. Так, авария на объекте К привела к образованию двух очагов поражения парами хлора: в городе на площади Π_1 и на большей части посёлка М (пл. Π_2).

Из изложенного следует, что поражающие действия химических веществ характеризуются токсичностью, быстродействием и стойкостью.

Размеры зон зависят от многих факторов, которые необходимо учитывать в условиях аварий с СДЯВ или в случае применения противником АХОВ.

14.2 Профилактика возникновения аварий на химически опасных объектах и меры защиты людей

Рассмотрим ряд мероприятий профилактического характера.

1. Устройство резервной емкости (как правило, подземной) для перекачки АХОВ в случае их разлива при повреждении какого-либо резервуара.

2. Заглубление или подземное размещение хранилищ.

3. Поддержание в хранилищах постоянства температуры. Важным фактором безаварийной эксплуатации хранилищ является постоянство температуры. В первую очередь это относится к хранилищам, обладающим большим коэффициентом объемного расширения АХОВ, сжиженных газов, давление которых в системе определяется температурой веществ: например, повышение температуры в заполненной сжиженным хлором ёмкости только на 1 °С приводит к повышению внутреннего давления на 1,5-2 атмосферы. Поэтому все емкости, хранилища и трубопроводы сжиженных газов должны быть надежно теплоизолированы.

Для теплоизоляции обычно применяются пористые материалы. Кроме того, для предотвращения проникновения влаги в изоляцию её внешняя поверхность защищается гидроизоляцией: блоками из пеностекла или герметичными кожухами из волокнистого гофрированного алюминия. Для уменьшения внешнего притока тепла, содержащего сжиженные газы, емкости окрашиваются в светлые тона или облицовываются обладающим большой отражательной способностью полированным алюминием.

4. Накопление СИЗ для обеспечения рабочих и служащих объекта, хранение и поддержание их в постоянной готовности.

5. Оборудование ёмкостей, коммуникаций и производственных установок с АХОВ автоматическими и ручными устройствами, предотвращающими утечку АХОВ в случае аварии.

6. Усиление конструкций ёмкостей и конструкций с АХОВ или устройство над ними ограждений для защиты от повреждения обломками строительных конструкций.

7. Строительство над хранилищами с некоторыми АХОВ подземных резервуаров с водой для растворения АХОВ при аварийном истечении.

8. Рассредоточение запасов АХОВ, строительство для них заглубленных хранилищ.

9. Проведение непрерывного метеорологического наблюдения.

Основными способами защиты населения в ЧС являются:

– эвакуация населения;

- укрытие в защитных сооружениях;
- использование средств индивидуальной защиты;
- использование средств медицинской профилактики.

Укрытие населения в защитных сооружениях является наиболее надёжным способом защиты в ЧС, сопровождающейся выбросом радиационных и химических веществ. Защитные сооружения – это инженерные сооружения, специально предназначенные для защиты населения от физических, химических и биологических опасных и вредных факторов. В зависимости от защитных свойств эти сооружения подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ).

Убежища представляют собой сооружения, обеспечивающие наиболее надёжную защиту укрываемых в них людей от воздействия всех поражающих факторов ядерных взрывов, АХОВ, бактериальных средств, высоких температур и вредных газов в зонах пожаров, а также от обвалов и обломков разрушенных зданий(сооружений) при взрывах.

ПРУ защищают людей (хотя в общем случае в меньшей степени) от поражающих факторов ядерного взрыва, обломков разрушающихся зданий, а также от непосредственного попадания на кожу капель АХОВ и аэрозолей, бактериальных средств.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) населения предназначены для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду поражающих веществ. Они подразделяются на средства защиты органов дыхания и средства защиты кожи. К первым относятся фильтрующие и изолирующие противогазы, а ко вторым – одежда специальная изолирующая защитная, защитная фильтрующая и приспособленная одежда населения.

Специальные средства защиты кожи надёжно защищают кожу людей от паров и капель АХОВ, РВ и бактериальных средств.

К изолирующим средствам относятся: лёгкий защитный костюм(Л-1), защитный комбинезон и костюм и общевойсковой защитный комплект.

Фильтрующее средство защиты кожи – комплект защитной фильтрующей одежды (ЗФО). Основное назначение этого комплекта – защита кожных покровов человека от воздействия АХОВ, находящихся в парообразном состоянии. Простейшие средства защиты кожи служат массовым средством защиты всего населения и применяются при отсутствии табельных средств.

К простейшим средствам защиты кожи относятся одежда и обувь, плащи и накидки из хлорвинила или прорезиненной ткани. Пальто из драпа, кожи, грубого сукна хорошо защищают от капельно-жидких АХОВ в течение 50 минут, влажная одежда – в течение 40-50 минут.

К медицинским средствам защиты относятся:

- аптечка индивидуальная (АИ-2);
- индивидуальный противохимический пакет (ИПП);

– индивидуальный перевязочный пакет (ПП).

АХОВ непосредственного влияния на здания, сооружения и оборудование промышленных предприятий не оказывают. Однако их распространение может сказаться на производственной деятельности предприятий.

Так, рабочие и служащие цехов, не прекращающие работу, должны работать в СИЗ. Там, где производственный процесс приостанавливается, рабочие и служащие укрываются в защитных сооружениях. Возобновление производственного процесса осуществляется после дегазации оборудования, помещений и прилегающей территории.

Среди защитных мероприятий, осуществляемых заблаговременно, особо важное место занимает организация ОПОВЕЩЕНИЯ органов МЧС, формирований и населения об аварии на объектах с АХОВ.

Организация оповещения возлагается на штабы комиссий по ЧС. Сокращение сроков оповещения имеет первостепенное значение и достигается внеочередным использованием всех видов связи, телевидения и радиовещания, применением специальной аппаратуры и средств для подачи звуковых и световых сигналов.

Все сигналы передаются по каналам связи и радиотрансляционным путям. Одновременно передаются указания о порядке действий населения и формирований, указывается ориентировочное время подхода зараженного воздуха и вид АХОВ. Сигналы, поданные вышестоящим штабом, дублируются всеми подчиненными штабами.

С целью своевременного предупреждения населения города о возникновении непосредственной опасности химического заражения установлен сигнал "ХИМИЧЕСКАЯ ТРЕВОГА". Он подается при угрозе или непосредственном обнаружении химического или бактериологического заражения. По этому сигналу необходимо быстро надеть противогаз, а в случае необходимости и средства защиты кожи и при первой же возможности укрыться в защитном сооружении. Если защитного сооружения поблизости нет, то от поражения аэрозолями АХОВ можно укрыться в жилых, производственных или подсобных помещениях. Необходимо быть предельно внимательными и строго выполнять распоряжения органов комиссий ЧС.

О том, что опасность миновала и о порядке дальнейших действий распоряжение поступит по тем же средствам связи, что и сигнал оповещения. Итак, средствами защиты от АХОВ являются убежища, ПРУ, СИЗ, медицинские средства.

Твердое знание и четкое выполнение действий по сигналу "ХИМИЧЕСКАЯ ТРЕВОГА" – залог сохранения жизни и здоровья людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторы уверены, что в связи с бурным научно-техническим прогрессом появятся новые негативные факторы техногенного и экологического характера, обусловленные антропогенной деятельностью. Это потребует пристального изучения их свойств с целью разработки мер защиты от них.

Природа сейчас испытывает колоссальную нагрузку антропогенного характера и «мстит» человеку участвующимися ЧС с более страшными последствиями. И этот факт должен учитываться при обучении студентов способам защиты и применению средств защиты в условиях ЧС природного и техногенного характера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]: учебник / С.В. Белов. – М.: ЮРАЙТ, 2017. – 720 с.
3. Калыгин, В.Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях [Текст]: учеб. пос. / В.Г. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедерян. – М.: КолосС, 2008. – 520 с.
4. Разживина, Г.П. И.Н. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учеб. пос. / Г.П. Разживина, И.Н. Симонова. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 220 с.
5. Дуриков, А.П. Радиация вокруг нас [Текст] / А.П. Дуриков. – М.: Военные знания, 1992. – 60с.
6. Овчаренков, Э.А. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях [Текст]: учеб.- метод. пос./ Э.А. Овчаренков. – Пенза: ПТИ, 1996. – 114 с.
7. Овчаренков, Э.А. Чрезвычайные ситуации [Текст]: учеб. пос./ Э.А. Овчаренков. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 228с.
8. Овчаренков, Э.А. Защита населения в чрезвычайных ситуациях [Текст]: учеб. пос. / Э.А. Овчаренков. – Пенза: ПГУАС, 2008. – 240 с.
9. Шубин, Е.П. Гражданская оборона [Текст]: учебник / Е.П. Шубин. – М., 1991. – 223 с.
10. Атаманюк, В.Г. Гражданская оборона [Текст]: учебник / В.Г. Атаманюк. – М.: Высшая школа, 1986. – 207 .
11. Белов, П.Г. Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. [Текст] / П.Г. Белов. – М.: ВАСОТ, 1993. – 164 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА	6
1.1. Законодательство об охране труда	6
1.2. Права и обязанности работников и работодателей согласно Трудовому кодексу Российской Федерации.....	7
1.3. Система управления охраной труда	10
1.4. Порядок расследования несчастных случаев на производстве	14
2. НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА	17
2.1. Опасные и вредные факторы. Аксиома о потенциальной опасности.....	17
2.2. Классификация негативных факторов, их источники и влияние на организм человека	20
3. ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ	25
3.1 Требования к системе освещения и основные светотехнические характеристики	25
3.2. Виды естественного освещения и его расчёт	28
3.3. Достоинства и недостатки естественного освещения	33
4. ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ	34
4.1.Виды искусственного освещения	34
4.2 Источники света и светильники	35
4.3. Методы расчёта и контроль освещённости	41
4.4. Цветовое оформление производственного интерьера.....	44
5. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	47
5.1. Загрязнение воздушной среды в производственных условиях	47
5.2. Виды токсичных веществ	48
5.3. Защита человека от перегрева.....	51
6. ОЗДОРОВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ...	53
6.1. Параметры микроклимата производственных помещений	53
6.2. Вентиляция, кондиционирование, отопление как мероприятия по оздоровления воздушной среды	55
6.3. Нормирование параметров и уровней загрязнения воздушной среды	60
6.4. Контроль параметров микроклимата	61
7.ШУМ	63
7.1. Звук и его параметры	63
7.2. Классификация производственного шума, его воздействие на организм человека	67
7.3 Ультразвук и инфразвук, их источники и влияние на здоровье работников	69

7.4. Нормирование акустического воздействия и меры защиты	70
8. ВИБРАЦИЯ	75
8.1. Понятие вибрации, её физические характеристики и источники	75
8.2. Классификация вибраций	75
8.3. Воздействие вибраций на организм человека	78
8.4. Нормирование вибраций и меры защиты от них	81
9. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ	85
9.1. Воздействие электрического тока на организм человека	85
9.2 Критерии электробезопасности и классы электроопасности производственных помещений	86
9.3 Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током, причины поражения электрическим током на производстве.....	87
9.4 Мероприятия по защите от электротравматизма и электрозащитные средства	89
10. ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	91
10.1. Взрыв, взрывчатые вещества и взрывоопасные объекты	91
10.2. Пожар и условия горения	92
10.3. Категории зданий и помещений по пожарной и взрывной опасности	94
10.4. Принципы прекращения горения, огнетушащие вещества	95
10.5. Методы и средства тушения пожаров.....	97
10.6. Профилактика пожаров на производстве	99
10.7 Молниезащита	100
11. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ В МИРНОЕ ВРЕМЯ	103
11.1. Основные понятия и определения. Классификация чрезвычайных ситуаций.....	103
11.2. Природные чрезвычайные ситуации и их характеристика (определение, принципы, поражающие факторы, прогнозирование, меры защиты)	110
11.3. Возможные чрезвычайные ситуации в городе Пензе.....	116
12. ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	118
12.1 Источники и виды ионизирующих излучений, их свойства. Виды радиационного воздействия.....	118
12.2. Дозы облучения и единицы их измерения.....	123
12.3. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека	127
12.4. Нормы радиационной безопасности (НРБ)	131
13. РАДИАЦИОННО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ	133
13.1 Характеристика зон безопасности вокруг радиационно опасных объектов.....	134

13.2. Профилактика радиационных аварий	139
13.3 Нормы поведения и действия населения на радиоактивно зараженной местности	140
14. ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ	142
14.1 Свойства химических веществ, правила их хранения и перевозки	142
14.2 Профилактика возникновения аварий на химически опасных объектах и меры защиты людей	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	150
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	151

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Овчаренков Эдуард Августович
Хурнова Людмила Михайловна

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура»,
07.03.04 «Градостроительство», 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Редактор М.А. Сухова
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 18.02.20. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 9,06. Уч.-изд.л. 9,75. Тираж 80 экз.
Заказ № 35..

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.