# Модуль 1 Общие и право

1 НОКСОЛОГИЯ.

Наука — выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. А действительность такова, что с созданием техносферы, в которой в развитых странах мира реально проживает более 75% населения, человечество стало наести значительные принудительные людские потери от так называемых внешних причин.

В XX в. перед человечеством необратимо встали задачи повышения уровня безопасности своего существования и сохранения природы в условиях развития техносферы. Это привело к необходимости распознавать, оценивать и прогнозировать опасности, действующие на человека и природу в условиях их непрерывного взаимодействия с техносферой. Стало очевидным, что человеко- и природозащитная деятельность должна иметь не только практическую направленность, но и научную основу для создания прежде всего теоретических предпосылок к формированию новой области научного знания — ноксологии.

1.1 Принципы ноксологии

Ноксология — наука об опасностях материального мира Вселенной.

При создании любой новой области знания основным Шагом является формирование понятийного аппарата, описывающего предмет изучения наукой. Не явилась исключением и ноксология.

По современным представлениям научные знания в ноксологии опираются на следующие основные принципы.

1. Принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу. Он гласит: «Человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям».

На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе.

2. Принцип антропоцентризма. Он гласит: «Человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования».

Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований, как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т.п.

3. Принцип природоцентризма. Он гласит: «Природа — лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение — необходимое условие существования жизни на Земле».

Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах.

Деятельность по реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; разработкой и применением экобиозащитных средств; контролем качества их эксплуатации; мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы.

В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т.п. к ноксологии имеют прикладное значение, поскольку они реализуются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск.

4. Принцип возможности создания качественной техносферы. Он гласит: «Создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней внешних воздействий на человека и природу».

Этот принцип указывает на возможность создания качественной техносферы и определяет пути достижения этой цели, основанные на знании человеком необходимости соблюдения нормативных требований по допустимым внешним воздействиям на человека и природу.

5. Принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства. Он гласит: «Безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер».

Обеспечивая защиту от естественных опасностей, воздействовать на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования объекта — человека, на которого направлены опасности (его поведения, уровня знаний об опасностях).

6. Принцип отрицания абсолютной безопасности. Он гласит: «Абсолютная безопасность человека и целостность природы недостижимы».

— абсолютно безопасной техники не существует. Любая техническая система обладает лишь определенной надежностью, и ее безопасность оценивается показателями техногенного риска;

— техногенный риск полностью устранить нельзя, его можно лишь минимизировать;

— на любой технический объект всегда оказывается внешнее воздействие, способное в отдельных случаях нарушить его работу;

— в работе большинства технических систем принимает участие оператор, обладающий способностью принимать иногда ошибочные решения.

7. Принцип эволюции любой системы. Он соответствует принципу Ле-Шателье — «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности» или иными словами: «Рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей».

Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

1.2 Понятия ноксологии

В ноксологии используют ряд установившихся понятий. К ним, прежде всего, относятся следующие.

1. Понятие о совокупности систем «человек — техносфера» и «природа — техносфера». Указанные совокупности систем используются для описания процессов негативного взаимодействия коллектива людей, населения города, региона, страны, планеты Земля (далее — человека) с окружающей его техносферой и взаимодействия природы с техносферой.

В современном мире для человека характерны два полярных вида среды обитания — биосфера (природная) и техносфера (производственная, селитебная и бытовая). Для описания негативного влияния техносферы на природу используют совокупность систем «природа — техносфера».

2. Понятие «опасность». Это свойство человека и компонентов окружающей среды причинять ущерб живой и неживой материи. Опасности техносферы возникают при достижении существующими в ней внешними потоками вещества, энергии и (или) информации значений, превышающих способность к их восприятию любым объектом защиты системы без нарушения его функциональной целостности, т. е. без причинения ущерба.

Применительно к БЖД термин «опасность» можно сформулировать в следующем виде: «Опасность — негативное свойство систем материального мира, приводящее человека к потере здоровья или гибели».

Применительно к ЗОС термин «опасность» можно сформулировать таким образом: «Опасность — негативное свойство систем материального мира, приводящая природу к деградации и разрушению».

В определении понятия «опасность» формально отсутствует указание на необходимость совпадения координат и времени передачи опасных потоков от источника к объекту защиты. Но этого и не требуется, так как опасен весь материальный мир, окружающий человека, сообщества людей и т.п. Иными словами, вероятность проявления опасности по отношению к другим материальным объектам существует всегда и везде.

3. Понятие «источник опасности». К источникам опасности относятся компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия опасности. Для описания источника опасности с позиций его негативного влияния на человека и природу используют величину материальных отходов (выбросов, сбросов и отбросов), интенсивность энергетических излучений и его техногенный риск.

4. Понятие «безопасность объекта защиты». Это состояние объекта защиты, при котором внешнее воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых для объекта значений.

5. Понятие «защита от опасностей». К этому понятию относятся способы и методы снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу.

2 БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Согласно последним оценкам Международной Организации Труда (МОТ), основанным на статистических данных, вследствие негативного воздействия на работников производственных факторов, ежегодно в мире умирает около 2 миллионов человек. Еще около 160 миллионов человек по всему миру страдают от заболеваний, связанных с трудовой деятельностью, а общее количество несчастных случаев на производстве оценивается в 270 миллионов человек в год.

В Республике Беларусь (РБ), по официальным данным, ежегодно из-за нарушений требований охраны труда на производстве травмируется свыше 5 тысяч работников, из них около 200 погибает, свыше 800 человек получает тяжелые травмы. На промышленных предприятиях республики и в сельском хозяйстве во вредных условиях труда занято более 30% работающих. Ежегодно выявляется около 250 случаев профессиональных заболеваний. При этом более 80% профзаболеваний регистрируется на промышленных предприятиях.

Несчастные случаи, невыходы на работу по болезни, текучесть рабочей силы причиняют обществу большие экономические потери. Так, в РБ из-за травматизма на производстве теряется порядка 180 – 200 тысяч человеко-дней ежегодно, страховые выплаты по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний составляют ежегодно порядка 25 миллионов долларов, а на компенсации по условиям труда – около 130 миллионов долларов США.

Таким образом, решение проблемы безопасности труда на производстве требует новых подходов и глубоких знаний не только в области инженерно-технических наук, но и при формировании комплексной системы управления охраной труда, где экономический фактор может заметно повысить ее эффективность.

**Охрана труда** – социально-техническая наука, которая выявляет и изучает производственные опасности и профессиональные вредности и разрабатывает методы их предотвращения или ослабления с целью устранения производственных несчастных случаев и профессиональных заболеваний рабочих и служащих, аварий и пожаров.

**Объект исследования** – человек в процессе труда, производственная среда, организация труда и производства, взаимосвязь человека с оборудованием и технологическими процессами.

**Научная База охраны труда** – социально-правовые и экономические науки (социология, НОТ, трудовое право, экономика…), медицинские науки (гигиена труда, токсикология, физиология и психология труда…), технические науки (инженерные дисциплины, эргономика, промышленная эстетика…).

Методическая основа курса – научный анализ условий труда, технологического процесса, применяемых материалов и конструкций с целью выявления опасных ситуаций и опасных участков производства и разработки мер по их ликвидации и предупреждению.

Охрана труда – система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В процессе жизнедеятельности человек сталкивается и взаимодействует с тремя видами сред обитания:

1. Окружающей

2. Производственной

3. Бытовой

**Окружающая среда** - совокупность абиотической, биотической и социально-экономических сред, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство.

Последняя, социально-экономическая среда, сформировалась с появлением на Земле человеческого общества. Это отношения между людьми и их группами и между ними и созданными ими материальными и культурными ценностям, воздействующими на человека.

**Производственная и бытовая среды** – физико-химические, биологические и психофизиологические условия в производственных и жилых помещениях соответственно.

Проанализируем производственную среду с точки зрения ее влияния на безопасность человека в процессе труда.

**Условия труда** – совокупность факторов производственной среды, воздействующих на человека в процессе труда

В процессе труда на человека воздействует множество разнообразных факторов производственной среды, которые в совокупности определяют то или иное состояние условий труда.

Производственные факторы подразделяются на технические, эрго­номические, санитарно-гигиенические, организационные, психофизиоло­гические, социально-бытовые, природно-климатические, экономические.

**Технические факторы** отражают уровень автоматизации и ме­ханизации производственных процессов; наиболее полное использо­вание оборудования и рациональную организацию рабочего места; применение электронно-вычислительной и управляющей техники; наличие и исправность коллективных средств защиты, защищенность опасных зон и др.

**Эргономические факторы** характеризуют установление соот­ветствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиоло­гических возможностей человека в рассматриваемом технологическом процессе; введение рациональных режимов труда и отдыха, сокраще­ние объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряже­ний и физиологических нагрузок; профессиональный отбор. Это каса­ется скоростных параметров техники, объема поступающей от рабочих органов информации, уровня организации рабочего места, удобства расположения органов управления и индикации, конструкции сиде­нья оператора, обзорности рабочей зоны и т.д.

**Эстетические *факторы*** отображают соответствие эстетических потребностей человека и реализуемых в художественно-конструкторских решениях рабочих мест (орудий труда) и производственной среды.

**Санитарно-гигиенические факторы** показывают состояние про­изводственной санитарии на рабочих местах (качество воздушной среды, уровень вредных веществ и излучений, шума, вибраций, со­стояние освещения и др.). Они должны соответствовать требованиям ГОСТов, ССБТ и т.д.

**Организационные факторы** характеризуют режим труда и от­дыха на предприятии; дисциплину и форму организации труда, обес­печенность рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты (СИЗ); состояние контроля за трудовым про­цессом и, в частности, за охраной труда; качество профессиональной подготовки работающих и др.

**Психофизиологические факторы** отражают напряженность и тя­жесть труда, морально-психологический климат в коллективе, взаимо­отношения работающих друг с другом и др.

**Социально-бытовые факторы** включают общую культуру произ­водства, порядок и чистоту на рабочих местах, озеленение территории, обеспеченность санитарно-бытовыми помещениями, столовыми, мед­пунктами, поликлиниками, столовыми, детскими дошкольными уч­реждениями и др.

**Природно-климатические факторы** — это географические и метеорологические особенности местности (высота над уровнем моря, рельеф местности, частота и вид осадков, температура, влажность, ионизация и подвижность воздуха, атмосферное давление и др.).

**Экономические факторы** включают в себя повышение техниче­ской вооруженности труда: наиболее полное использование оборудо­вания, рациональную организацию рабочего места, выбор оптимальной технологии. Устранение и уменьшение ненужных затрат рабочего вре­мени, строгая регламентация темпа и ритма работы также относятся к экономическим факторам.

Условия труда зависят от того или иного сочетания производст­венных факторов и, в свою очередь, влияют на производительность и результаты труда, на состояние здоровья работающих. Благоприят­ные условия улучшают общее самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способст­вуют возникновению производственного травматизма и заболеваний. Создание здоровых и безопасных условий труда — главная задача администрации предприятия, нанимателя.

2.1 Опасные и вредные факторы производственной среды

Производственные факторы, процессы и явления, отрицательно воздействующие на здоровье персонала, формируют определенные опасности. **Опасности** могут быть реальные и потенциальные. Условия, при которых потенциальные опасности начинают действовать, называются причинами. Различные опасности и вредности на производстве формируют условия труда, которые могу быть:

1. Благоприятными
2. Неблагоприятными (Если опасности по количественным и качественным характеристикам превосходят допустимые, установленные нормами и стандартами)

Реальные производственные условия характеризуются опасными и вредными факторами( **ГОСТ 12.0.002-80 «Опасные и вредные производственные факторы»**).

**Опасным производственным фактором** называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Примером опасных факторов могут служить:

- движущиеся детали механизмов и машин,

- раскаленные тела,

- возможность падения с высоты работающего и т.д.

**Вредным производственным фактором** называется такой, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к профессиональному заболеванию или снижению трудоспособности (бронхит, гипертония и т.д.)

Пример вредных факторов:

- вредные примеси в воздухе,

- избыточная теплота,

- недостаточное освещение,

- вибрация, шум,

- ионизирующее и лазерное излучение, электромагнитное излучение.

В зависимости от величины один и тот же фактор может быть вредным или опасным. Опасность или вредность фактора определяются его качеством, потенциалом, вероятностью возникновения продолжительностью существования или воздействия.

Все опасные и вредные производственные факторы делятся на:

**- физические** – это движущиеся элементы машин, перемещаемые грузы, повышенная запыленность и загазованность воздуха, повышенная или пониженная температура поверхностей материалов, воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума, вибраций, повышенная или пониженная влажность или ионизация воздуха, повышенный уровень эл.-магнитных полей, статического электричества, ИИ, повышенный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, неудовлетворительное освещение.

**- химические** **–** вещества, попадающие в организм человека и обладающие токсическими свойствами. По особенности воздействия подразделяются на:

- общетоксичные – раздражающие;

- канцерогенные – способствуют развитию онкологических опухолей

– сенсибилизирующие – изменяют чувствительность и восприятие

- мутагенные – влияют на наследственность.

**- биологические–** это объекты в виде микро- и макроорганизмов, а также продукты их жизнедеятельности, воздействие которых приводит к заболеванию. Сюда же относятся продукты биологической промышленности.

**- психофизиологические**.**-**  подразделяются на физические перегрузки (статические, динамические, гиподинамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Опасные факторы, как правило, приводят к несчастному случаю.

Несчастный случай на производстве – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей и заданий руководителя работ.

Результатом НС является травма. Травма – это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием.

**Факторы, определяющие характер, вероятность и тяжесть последствий НС** следующие:

1. Оборудование и средства труда;
2. Технология, используемые и образующиеся вещества;
3. Физико-химический состав среды и ее микробиологическое загрязнение;
4. Объем, качество и интенсивность информационных потоков в структуре трудовой деятельности.

2.2 Причины производственного травматизма и заболеваний

* ***Технические*** - конструктивные недостатки машин, механизмов, инструментов приспособлений или их неисправность; отсутствие, несовершенство неисправность оградительных, блокировочных, вентиляционных устройств, зануления или заземления; подтекание ядовитых жидкостей и т.д.
* ***Организационные*** - несвоевременное или некачественное проведение инструктажей и обучения по охране труда работающих; недостаточный контроль за выполнением требований охраны труда работающим; неудовлетворительное содержание рабочего места; недостатки в обеспечении рабочих спецодеждой и другими СИЗ; использование техники, инструментов не по назначению; нарушение режимов труда и отдыха и др.
* ***Санитарно-гигиенические*** - неблагоприятные природно-климатические условия или микроклимат в помещении; повышенное содержание в воздухе вредных веществ; высокий уровень шума, вибраций, излучений; нерациональное освещение; антисанитарное состояние рабочих мест и бытовых помещений; несоблюдение правил личной гигиены и др.
* ***Психофизиологические*** - монотонность труда; высокая напряженность труда; несоответствие анатомо-физиологических и психологических особенностей организма условиям труда; усталость; неудовлетворительная психологическая обстановка в коллективе и т.п.
* ***Субъективные*** - личная недисциплинированность работника; невыполнение инструкций по охране труда; нахождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения; болезненное состояние и др.
* ***Экономические*** - стремление работающих обеспечить высокую выработку и заработную плату при пренебрежительном отношении к вопросам охраны труда; недостаточное выделение средств на мероприятия по улучшению условий труда и др.

2.3 Организация расследования несчастного случая

При несчастном случае на производстве работники принимают меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию ему первой помощи, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в учреждение здравоохранения, сообщают о происшествии руководителю работ (структурного подразделения) или иному должностному лицу. Руководитель работ (структурного подразделения) или иное должностное лицо осуществляет следующие действия:

немедленно организует оказание первой помощи потерпевшему, вызов медицинских работников на место происшествия (доставку потерпевшего в организацию здравоохранения);

принимает неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

обеспечивает до начала расследования сохранение обстановки, какой она была на момент происшествия несчастного случая, а если это угрожает жизни и здоровью работников, других лиц и может привести к аварии, – фиксирование обстановки;

сообщает нанимателю о происшедшем несчастном случае.

Наниматель, получив сообщение о несчастном случае:

направляет в течение суток в организацию здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего;

информирует о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюз (иной представительный орган работников);

обеспечивает расследование несчастного случая на производстве и его учет в соответствии с настоящим Положением.

Наниматель, у которого произошел несчастный случай с работником другого нанимателя, в течение суток сообщает о происшествии нанимателю потерпевшего.

Наниматель создает лицам, занятым расследованием несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, необходимые условия для работы: предоставляет помещение, транспорт, средства связи, специальную одежду, специальную обувь, другие средства индивидуальной защиты; оплачивает расходы, связанные с проведением расследования несчастного случая на производстве, профессионального заболевания (экспертиза, расчеты, испытания, фотографирование, печатание документов и другое); организует в соответствии с настоящим Положением оформление и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработку и реализацию мероприятий по их профилактике.

При специальном расследовании группового несчастного случая, несчастного случая со смертельным исходом, несчастного случая с тяжелым исходом, профессионального заболевания наниматель издает приказ (распоряжение) о выполнении мероприятий по устранению причин несчастного случая, профессионального заболевания, привлечении к ответственности лиц, допустивших нарушения законодательства о труде и охране труда, нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных актов.

О выполнении мероприятий по устранению причин несчастного случая, профессионального заболевания наниматель в установленные сроки сообщает органам, проводившим специальное расследование.

Контроль за правильным и своевременным расследованием, оформлением и учетом несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также выполнением мероприятий по устранению их причин осуществляют республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы, Департамент государственной инспекции труда, органы государственного специализированного надзора и контроля, вышестоящие организации, профсоюзы (иные представительные органы работников). Потерпевший или лицо, представляющее интересы потерпевшего, вправе знакомиться с документами расследования несчастного случая, профессионального заболевания, получать их копии.

После завершения расследования уполномоченное должностное лицо нанимателя с участием указанных лиц оформляет акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 в трех экземплярах. Если на основании документов установлено, что несчастный случай произошел при совершении потерпевшим проступка, содержащего признаки уголовно наказуемого деяния либо административного правонарушения, в результате умышленных действий по причинению вреда своему здоровью либо обусловлен исключительно состоянием здоровья потерпевшего, то такой случай оформляется актом о непроизводственном несчастном случае (происшествии) формы НП в трех экземплярах. К несчастным случаям, обусловленным исключительно состоянием здоровья потерпевшего, на основании заключения организации здравоохранения, судебно-медицинской экспертизы могут быть отнесены случаи, вызванные: судорожными расстройствами сознания, острым психическим расстройством (реактивный невроз, стресс, острый психоз) потерпевшего, эпилепсией, инфарктом миокарда, инсультами и другими внезапно возникшими состояниями, связанными с расстройством координации движения и отсутствием способности контролировать свое поведение.

Решение об оформлении таких случаев (происшествий) актом формы НП принимается в том случае, если в ходе расследования не будут выявлены организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизические и иные причины, а также факторы производственной среды и трудового процесса, оказавшие влияние на состояние здоровья потерпевшего.

Акт формы Н-1 или формы НП с документами расследования хранится в течение 45 лет у нанимателя, у которого взят на учет несчастный случай.

2.4 Учет и анализ производственного травматизма

Основными задачами анализа травматизма являются:

- выявление причин и повторяемости несчастных случаев;

- установление наиболее опасных видов работ;

- определение факторов, влияющих на несчастные случаи и др.

На основании актов формы Н-1 и ПЗ-1 (профессиональные заболевания) наниматель составляет отчет о потерпевших при несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях. Наниматель организует проведение анализа причин несчастных случаев на производстве, рассмотрение их в трудовых коллективах.

Анализ производственного травматизма осуществляется различными методами. Наиболее часто используется **статистический метод**, который дает возможность получать общее представление о травматизме на предприятии, определять его динамику, выявлять связи, закономерности между чрезвычайными обстоятельствами и причинами возникновения этих обстоятельств.

Для анализа производственного травматизма статистическим методом используются следующие показатели:

1. Коэффициент частоты (), рассчитываемый по формуле

, (1)

где Т – число травм (несчастных случаев) за конкретный период времени (год, месяц);

Р – среднесписочное количество работающих в данный период времени.

2. Коэффициент тяжести травм (), характеризующий потери рабочего времени по поводу несчастных случаев. Рассчитывается по формуле

, (2)

где Д – суммарное количество дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям за отчетный период.

Коэффициент тяжести определяет количество дней нетрудоспособности, приходящихся в среднем на одного пострадавшего. По высокому его показателю (выше среднеотраслевого) можно судить о крайне неблагоприятных условиях труда в производственном подразделении.

3. Коэффициент общего травматизма на предприятии (), характеризующий количество дней нетрудоспособности, которые теряют каждые

1000 работников за отчетный период. Рассчитывается по формуле

. (3)

**Топографический метод** анализа травматизма включает изучение причин несчастных случаев по месту их происшествия. Все несчастные случаи систематизируются по производствам, цехам, участкам, лабораториям. Это позволяет наглядно представить рабочие места, участки с повышенной травмоопасностью, требующие особого внимания в смысле разработки научно обоснованных оздоровительных мероприятий.

**Монографический метод** изучения травматизма включает выявление и анализ комплекса условий труда, а также опасных производственных факторов, которые привели к несчастному случаю. Выявляются также причины, которые привели к реализации существующих опасных факторов.

**Экономический метод**  анализа травматизма призван оценить материальные потери, которые несет предприятия по поводу несчастных случаев. На этой основе оценивается социально-экономическая эффективность мероприятий, планируемых для снижения травматизма.

Приведенный комплексный подход к анализу травматизма позволяет создать научную основу планирования мероприятий по улучшению охраны труда, прогнозирования безопасности труда.

2.5 Рассмотрение и учет профессиональных заболеваний

О каждом выявленном или предлагаемом случае острого профессионального заболевания организация здравоохранения в течение 12 часов направляет по установленной форме извещение нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтролен наниматель, страхователь. В случаях профессиональных заболеваний двух и более работников извещение составляется на каждого заболевшего. Указываются дата установления, первоначальный диагноз. Организация здравоохранения, помимо направления извещения, немедленно информирует нанимателя, страхователя и территориальный центр гигиены и эпидемиологии по телефону, телеграфу, телефаксу, другим средствам связи о каждом случае:

острого профессионального заболевания со смертельным исходом, одновременного острого профессионального заболевания двух и более работников;

заболевания сибирской язвой, бруцеллезом, столбняком, бешенством и другими особо опасными инфекциями при установлении связи с профессиональной деятельностью заболевшего.

В случаях подозрения на хроническое профессиональное заболевание при проведении периодического медицинского осмотра заболевший направляется на амбулаторное или стационарное обследование в соответствующую организацию здравоохранения, в которую представляются следующие документы:

выписка из медицинской карты амбулаторного или стационарного больного;

сведения о результатах предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров;

санитарно-гигиеническая характеристика условий труда;

копия трудовой книжки.

Организация здравоохранения на основании клинических данных о состоянии здоровья работника и представленных документов устанавливает заключительный диагноз хронического профессионального заболевания, составляет медицинское заключение и в пятидневный срок направляет соответствующее извещение в территориальный центр гигиены и эпидемиологии и нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего.

Медицинское заключение о наличии профессионального заболевания направляется в организацию здравоохранения, направившую больного.

Наниматель, страхователь немедленно информирует о случае профессионального заболевания организацию здравоохранения, обслуживающую данного нанимателя, страхователя, местный исполнительный и распорядительный орган, профсоюз (иной представительный орган работников), страховщика.

Об острых профессиональных заболеваниях со смертельным исходом, одновременном профессиональном заболевании двух и более человек наниматель, страхователь информирует также территориальную прокуратуру, территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда. Территориальный центр гигиены и эпидемиологии представляет внеочередное донесение о таких случаях профессиональных заболеваний в Министерство здравоохранения.

Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом территориального центра гигиены и эпидемиологии с участием уполномоченного должностного лица нанимателя, страхователя, представителей организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, профсоюза (иного представительного органа работников).

В расследовании профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда.

Для расследования профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом могут привлекаться специалисты вышестоящих центров гигиены и эпидемиологии, научно-исследовательских институтов. Расследование случаев профессиональных заболеваний, вызванных особо опасными и другими инфекциями, проводится с участием врача-эпидемиолога.

Расследование острого профессионального заболевания проводится в течение трех дней, а хронического профессионального заболевания – четырнадцати дней после получения извещения.

В процессе расследования профессионального заболевания проводятся следующие мероприятия:

обследуются рабочее место, участок, цех, определяется их соответствие требованиям санитарно-гигиенических нормативов с проведением необходимых лабораторных и инструментальных исследований;

берутся объяснения, опрашиваются заболевший (заболевшие), свидетели, должностные и иные лица;

изучается обеспеченность заболевшего (заболевших) средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами;

анализируются документы о результатах санитарно-гигиенических обследований, предварительных и периодических медицинских осмотров, выполнении запланированных мероприятий по охране труда.

По результатам расследования врач-гигиенист составляет акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 (далее – акт формы ПЗ-1) на каждого заболевшего в шести экземплярах. При одновременном профессиональном заболевании двух и более человек, профессиональном заболевании со смертельным исходом акт формы ПЗ-1 составляется в семи экземплярах.

Акты формы ПЗ-1 утверждаются главным государственным врачом города (района).

Утвержденные акты формы ПЗ-1 регистрируются территориальным центром гигиены и эпидемиологии в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляются заболевшему или лицу, представляющему его интересы, нанимателю, страхователю, страховщику, государственному инспектору труда, организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя.

Утвержденные акты формы ПЗ-1 с документами расследования профессиональных заболеваний со смертельным исходом и с одновременным острым профессиональным заболеванием двух и более человек направляются территориальным центром гигиены и эпидемиологии также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации, нанимателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии.

Наниматель, страхователь регистрирует акты формы ПЗ-1 в журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляет их копии в профсоюз (иной уполномоченный орган работников), вышестоящую организацию (по ее требованию).

Наниматель, страхователь обеспечивает хранение актов формы ПЗ-1 в течение 45 лет.

2.6 Профилактика травматизма и профзаболеваний

Основные виды мероприятий:

* **Законодательные** - мероприятия определяют права и обязанности работающих в области охраны труда, режим их труда и отдыха, охрану труда женщин и молодежи, санитарные нормы на предельное содержание в рабочей зоне вредных веществ, возмещение ущерба пострадавшим, их пенсионное обеспечение, льготы и др.
* **Организационные** - мероприятия предусматривают внедрение системы управления охраной труда, обучение работающих, обеспечение их инструкциями,
* создание кабинетов по охране труда, организацию контроля за соблюдением требований охраны труда и т.д.
* **Технические** - мероприятия предусматривают разработку и внедрение комплексной механизации и автоматизации тяжелых, вредных и монотонных работ; создание безопасной техники и технологии; установку предохранительных, сигнализирующих, блокировочных устройств; технические решения по нормализации воздушной среды, производственного освещения; предупреждению образования и удаления из рабочей зоны вредных веществ; снижению шума, вибраций, защите от вредных излучений; создание изолирующих кабин для операторов, работающих во вредных условиях, или дистанционного управления; разработку и изготовление коллективных и индивидуальных средств защиты и др.
* **Медико-профилактические** - мероприятия включают предварительные и периодические медицинские осмотры работающих в опасных, вредных и тяжелых условиях труда; обеспечение их лечебно-профилактическим питанием; проведение производственной гимнастики; ультрафиолетового и бактерицидного облучения; применение хвойных, соляно-хвойных ванн, массажа и т.п.
* **Экономические - мероприятия включают материальное стимулирование работ по предупреждению травматизма и улучшению условий труда, более рациональное распределение средств, выделяемых на охрану труда.**

**Основные средства защиты:**

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – это средства для защиты одного работающего: респираторы, спецодежда, спецобувь, защитные очки, противогазы, предохранительные щитки, диэлектрические перчатки, защитные шлемы.

Средства коллективной защиты (СКЗ) – это средства для одновременной защиты двух и более работающих: вентиляция, отопление, освещение, различные ограждающие кожухи, молниеотводы, звукоизоляция и звукопоглощение, дистанционное управление и др.

****

3 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Правовой основой ОТ является комплекс государственных мероприятий, закрепленных в виде законов и подзаконных актов с целью обеспечения безопасных условий труда, сокращении производственного травматизма, профзаболеваемости до приемлемого уровня.

Основные положения об охране труда закреплены в следующих законодательных актах Республики Беларусь:

- Конституция РБ 1994 года;

- Трудовой кодекс РБ в ред. 1999 г.;

- Закон РБ «Об Охране труда» 23 июня 2008 г. № 356-З

- Закон РБ «Об основах государственного социального страхования»

- Закон РБ «О санитарно-эпидемиологическом благосостоянии населения»

- Закон РБ « О пожарной безопасности»

- Закон о предприятиях в РБ (1990 г. с дополнениями и изменениями) и др.

- Директива “О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины”.

*В соответствии с Директивой внесены изменения и дополнения в нормативные правовые акты по вопросам заключения и расторжения контрактов. Показатели состояния трудовой и исполнительной дисциплины, безопасности труда определены в качестве важнейших критериев оценки работы руководителей всех уровней. Директива способствует повышению ответственности субъектов государственного управления, нанимателей, профсоюзов и работников за соблюдением требований охраны труда.*

***Статьи Конституции РБ*** устанавливают права граждан республики на труд (41), на оплату труда (42), отдых (43), охрану здоровья (45), материальное обеспечение в старости, в случае болезни, полной или частичной утрате работоспособности (47).

***В трудовом кодексе*** регламентированы основные права и обязанности работников и нанимателей по обеспечению безопасности труда. Круг основных обязанностей нанимателя по обеспечению охраны труда очерчен  **ст. 55, ст. 226** и другими статьями **главы 16** ТК: право и гарантии права работника на охрану труда (**ст.222-223**); обязательное соцстрахование и право на компенсацию по условиям труда (**ст. 224-225)** и др.

Особенности охраны труда женщин, молодежи и инвалидов содержат **главы 19, 20 и 21 ТК.**

3.1 Нормативные документы по охране труда

Требования законодательства по охране труда конкретизированы в нормативных документах, которые в зависимости от сферы деятельности или области применения могут быть едиными (обязательными для всех отраслей хозяйства) и отраслевыми (для отдельных отраслей).

По видам такие документы делятся на:

1. стандарты (ГОСТ, ОСТ, СТП)
2. строительные нормы и правила (СНиП)
3. санитарные нормы (СН) и правила (СанПиН)
4. правила, нормы, указания, инструкции и т.д.

В 1972 г. было принято решение о разработке системы стандартов безопасности труда (ССБТ). Системе присвоен шифр 12, она состоит из 9 подсистем.

Одним из наиболее распространенных видов нормативных документов предприятий по охране труда являются инструкции по технике безопасности.

Их разрабатывает администрация, после чего они согласовываются с отделом охраны труда и утверждаются главным инженером предприятия.

3.2 Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде

Основными видами контроля за состоянием охраны труда являются:

1. ***Государственный*** - осуществляется органми госнадзора и технической инспекцией руда профсоюзов (Департамент государственной инспекции труда, Госэнергонадзор, Проматомнадзор, Госпожарнадзор, Госсаннадзор, ГАИ, Прокуратура и др. )
2. ***Общественный контроль*** – осуществляют профсоюзы.
3. ***Административно-общественный*** - контроль администрации предприятия и комитета профсоюза предприятия (3-х ступенчатый)
4. ***Ведомственный контроль*** – осуществляется службами охраны труда Министерств и их подразделений.

3.3 Виды ответственности за нарушения законодательства по охране труда

За нарушение законодательных и других нормативно-правовых актов по ОТ наниматели работники несут установленную законодательством ответственность (ст. 465 ТК).

1. ***Дисциплинарную*** – замечание, выговор. Строгий выговор, увольнение (ст. 198-204 ТК)
2. ***Административную*** – штраф в соответствии с КоАП. Для граждан 1-10 базовых величин, для должностных лиц 1-50 б.в. *Не позднее 2-х месяцев со дня проступка.*
3. ***Материальную*** – возмещение ущерба. М.б. коллективная и индивидуальная.
4. ***Уголовную*** – исправительные работы, штраф, общественное порицание, освобождение от занимаемой должности , лишение свободы сроком от 1 до 7 лет.

3.4 Обучение работников знаниям охраны труда

Наниматель обязан обеспечить обучение, инструктаж, повышение квалификации и проверку знаний работников по ОТ (ст. 226 ТК). Ответственность за организацию в целом по предприятию возлагают на нанимателя (главного инженера, технического директора), в подразделения (цехе, участке, мастерской, лаборатории) – на руководителя подразделения, в учебном заведении – на директора, ректора. Контроль за соблюдением – осуществляет отдел ОТ или работник, на которого возложены данные обязанности приказом руководителя предприятия.

Согласно ГОСТ 12.0.004.-90 проводятся следующие виды инструктажей:

1. ***Вводный*** - проводится для всех вновь поступающих на предприятие рабочих, инженерно-технических работников, служащих, командированных, учащихся для прохождения практики. Цель – ознакомить с общими правилами и требованиями охраны труда на предприятии. Проводит инструктаж – инженер по ОТ или специалист организации, на которого возложены эти обязанности.
2. ***Первичный инструктаж на рабочем месте*** - для всех принятых рабочих и инженерно-технических работников, а также переведенных из другого участка, с одной работы на другую, с одного вида оборудования на другой (и при временном переводе). Цель – изучение конкретных требований и правил обеспечения безопасности на конкретном оборудовании при выполнении конкретного технологического процесса.
3. ***Повторный инструктаж*** проводится один раз в 6 месяцев по программе первичного инструктажа на рабочем месте. Цель – восстановление в памяти работника правил охраны труда, а также разбор имеющих место нарушений требований техники безопасности в практике предприятия.
4. ***Внеплановый инструктаж*** проводится в следующих случаях:
5. при изменении правил по охране труда;
6. изменении технологического процесса;
7. замене и модернизации оборудования, средств защиты и т.п.;
8. нарушении работниками правил, а также после длительного перерыва в работе (более 60 календарных дней).

5. ***Целевой инструктаж*** проводится с работниками перед производством ра­бот, на которые оформляется наряд-допуск. Его проведение фиксируют в наря­де-допуске. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ (погрузочно-разгрузочные работы, сельскохозяйственные работы, работы по ликвидации аварий, катастроф и т.п.).

Регистрация проведения инструктажей осуществляется в специальных журналах. Срок хранения журналов 10 лет со дня последней записи.

# Модуль 2 Санитария

1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

**Гигиена труда** – наука, изучающая воздействие окружающей производственной среды, характера трудовой деятельности на организм работающего. Особое внимание уделяется санитарным условиям уда, состоянию здоровья людей на производстве.

**Производственная санитария** – система организационных гигиенических и санитарно-технических мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

**Задачи гигиены труда**:

* определение предельно допустимых уровней вредных производственных факторов,
* классификация условий трудовой деятельности,
* оценка тяжести и напряженности трудового процесса,
* рациональная организация режима труда и отдыха,
* изучение психофизиологических аспектов трудовой деятельности,
* организация рабочих мест и др.

В перечень санитарно – гигиенических факторов условий труда входят: вредные вещества, шум, вибрации, инфра- и ультразвук, лазерноеизлучение, ионизирующие излучения, параметры микроклимата, статическая и динамичекская нагрузки, монотонность, сменность и др.

1.1 Оздоровление воздушной среды

Воздушная среда, в которой осуществляется производственная деятельность человека, характеризуется химическим составом, физическими параметрами и другими показателями, оказывающими существенное влияние на здоровье работающих, их психофизиологическое состояние и работоспособность. Состав атмосферного воздуха представлен в таблице 1.

Таблица 1. Примерный состав нормального атмосферного воздуха

|  |  |
| --- | --- |
| **газы** | **% по объему** |
| Азот N2 | 78 |
| Кислород O2 | 21 |
| Ar, Ne, другие инертные газы | 0,9 |
| CO2 | 0,03 |
| Прочие газы | 0,01 |

Основные виды вредных веществ и источники их образования представлены в таблице 2.

Таблица 2 Виды вредных веществ и их источники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вредные вещества** | | **Образование** |
| Пары | | Применение кислот, щелочей, растворителей, бензина, ртути |
| Газы | | При сварке, термической обработке металлов |
| Аэрозоли  (на основе твердых  и жидких частиц) | Пыль | При дроблении и размоле, при транспортировании измельченного материала, при шлифовании поверхностей, при расфасовке сыпучих веществ |
| Дым | При сгорании топлива |
| Туман | При обработке металлов в гальванических цехах, при зарядке АКБ |

Технологические процессы сопровождаются выделением вредных веществ в виде паров, газов, аэрозолей.

Вредные вещества проникают в организм:

* + - * через дыхательные пути
      * через кожу
      * с пищей

Результат – отравление.

Опасность отравления зависит от:

* + - * продолжительности воздействия вредного вещества
      * концентрации (мг/м3) вредного вещества
      * вида вещества.

Классификация вредных веществ по виду воздействия на организм человека представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация вредных веществ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вещества** | **Действие на человека** | **Примеры веществ** |
| Общетоксичные | Отравление всего организма | Окись углерода, цианистые содержания, свинец, ртуть, мышьяк и его соединения |
| Раздражающие | Раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек | Хлор, аммиак, сернистый газ, фтористый водород, окислы азота, озон, ацетон |
| Сенсибилизирующие | Как аллергены | Формальдегид, растворители, лаки на основе нитрозосоединений |
| Канцерогенные | Раковые заболевания | Никель и его соединения, амины, окислы хрома, асбест |
| Мутагенные | Изменение наследственной информации | Свинец, марганец, радиоактивные вещества |
| Влияющие на репродуктивную функцию | Нарушение детородной функции | Ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества |

**По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на следующие классы:**

* + 1й класс опасности → чрезвычайно опасные
  + 2й класс опасности → высокоопасные
  + 3й класс опасности → умерено опасные
  + 4й класс опасности → малоопасные

1.2 Гигиеническая оценка загрязненности воздушной среды

Гигиеническая оценка степени загрязнения воздушной среды вредными веществами производится сопоставлением фактической их концентрации (Сфакт) в рабочей воздушной зоне (или в зоне дыхания) с предельно допустимой концентрацией (ПДКРЗ), установленной нормативной документацией.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКрз) - такая концентрация, которая при ежедневной работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Виды ПДК:

ПДКМР – это максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, мг/м3, которая не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

ПДКСС– среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, мг/м3.

1.3 Основные методы и средства оздоровления воздушной среды в производственных помещениях

Наибольший эффект в защите воздушной среды от загрязнения может быть достигнут при сочетании следующих мероприятий:

* совершенствование технологических процессов;
* внедрение комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;
* замена вредных веществ в производстве на безвредные или менее вредные;
* гигиеническая стандартизация химического сырья и продукции;
* эффективная вентиляция производственных помещений и др.

2 Микроклимат производственного помещения

2.1 Влияние производственного микроклимата на производительность труда и здоровье человека

Организм человека постоянно находится в состоянии теплового обмена с окружающей средой. Основную роль в этом процессе играет терморегуляция организма - физический процесс поддержания темпе­ратуры тела в определенных границах (около 37 °С). Это обеспечивает сохранение установившейся последовательности , взаимо­связанности и скорости биологических процессов.

Отдача теплоты организмом человека в окружающую среду происходит в результате теплопроводности через одежду -15 %, конвекции (перенос тепла потоками воздуха) -30 %, излучения на окружающие поверхности, испарения влаги с поверхности кожи -20 %.Часть теплоты расходуется на нагрев вдыхаемого воздуха -3 % .

На процесс теплообмена оказывают влияние метеорологические условия среды (микроклимат) и характер работы.

**Микроклимат производственных помещений** - это совокупность метеорологических параметров внутренней среды этих помещений, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работников. Он определяется дейст­вующими на организм человека следующими сочетаниями:

* температура воздуха;
* температура поверхностей;
* относительная влажность воздуха;
* скорость движения воздуха;
* интенсивность теплового облучения;
* тепловая нагрузка среды.

Микроклимат на производстве оценивается ***в рабочей зоне***, т.е. пространстве высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места пребывания работающих.

Постоянным рабочим местом считается место, на котором работник находится большую часть своего времени (более 50%) или более 2 часов непрерывно. Если работа выполняется в различных точках рабочей зоны, то постоянным местом считается вся рабочая зона.

2.2 Нормирование микроклимата

Для сохранения здоровья работающих производится нормирование микроклимата в рабочей зоне. Санитарные нормы устанавливают **оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата** для рабочей зоны производственных помещений с учетом периодов года и тяжести выполняемой работы.

Установлено два периода года: теплый и холодный.

**Теплый период года** − промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 ºС;

**Холодный период года** − промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 ºС и ниже.

***Характеристика отдельных категорий работ по интенсивности энергозатрат человека***

1. Категории работ разграничиваются на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

2. К категории Iа относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/час (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в офисе, сфере управления и подобные).

3. К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и подобные).

4. К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и подобные).

5. К категории IIб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/час (223-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и подобные).

6. К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/час (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие значительных физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и подобные).

**Оптимальные значения параметров микроклимата** − установленные по критериям оптимального теплового состояния человека значения микроклиматических показателей, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период  года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт[[1]](#footnote-1)\* | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, ºС | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
| Холодный | Iа | 22-24 | 21-25 | 60-40 | 0,1 |
|  | Iб | 21-23 | 20-24 | 60-40 | 0,1 |
|  | IIа | 19-21 | 18-22 | 60-40 | 0,2 |
|  | IIб | 17-19 | 16-20 | 60-40 | 0,2 |
|  | III | 16-18 | 15-19 | 60-40 | 0,3 |
| Теплый | Iа | 23-25 | 22-26 | 60-40 | 0,1 |
|  | Iб | 22-24 | 21-25 | 60-40 | 0,1 |
|  | IIа | 20-22 | 19-23 | 60-40 | 0,2 |
|  | IIб | 19-21 | 18-22 | 60-40 | 0,2 |
|  | III | 18-20 | 17-21 | 60-40 | 0,3 |

**Допустимые значения параметров микроклимата** − минимальные или максимальные значения микроклиматических показателей, установленных по критериям теплового состояния человека на период 8-часовой рабочей смены и не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья, но способных приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности к концу смены.

Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период  года | Категория  работ  по уровню энерго-затрат, Вт | Температура воздуха, °С | | Темпера-  тура поверх-  ности, °С | Относи-  тельная влаж-  ность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
| диапазон ниже опти-  мальных величин | диапазон выше  опти-  мальных величин | для диапазона темпера-туры воздуха ниже оптима-  льных величин, не более | для диапазона темпера-туры воздуха выше оптима-  льных величин, не более |
| Холодный | Iа | 20,0-  21,9 | 24,1-  25,0 | 19,0-  26,0 | 15-75 | 0,1 | 0,1 |
|  | Iб | 19,0-  20,9 | 23,1-  24,0 | 18,0-  25,0 | 15-75 | 0,1 | 0,2 |
|  | IIа | 17,0-  18,9 | 21,1-  23,0 | 16,0-  24,0 | 15-75 | 0,1 | 0,4 |
|  | IIб | 15,0-  16,9 | 19,1-  22,0 | 14,0-  23,0 | 15-75 | 0,2 | 0,3 |
|  | III | 13,0-  15,9 | 18,1-  21,0 | 12,0-  22,0 | 15-75 | 0,2 | 0,4 |
| Теплый | Iа | 21,0-  22,9 | 25,1-  28,0 | 20,0-  29,0 | 15-75 | 0,1 | 0,2 |
|  | Iб | 20,0-  21,9 | 24,1-  28,0 | 19,0-  28,0 | 15-75 | 0,1 | 0,3 |
|  | IIа | 18,0-  19,9 | 22,1-  27,0 | 17,0-  28,0 | 15-75 | 0,1 | 0,4 |
|  | IIб | 16,0-  17,9 | 21,1-  27,0 | 15,0-  28,0 | 15-75 | 0,2 | 0,5 |
|  | III | 15,0-  16,9 | 20,1-  26,0 | 14,0-  27,0 | 15-75 | 0,2 | 0,5 |

Оптимальные значения параметров микроклимата в холодный и теплый периоды года необходимо соблюдать на рабочих местах производственных и офисных помещений, на которых выполняются работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением работника.

Допустимые значения параметров микроклимата, воздействующие на работника непрерывно или суммарно за рабочую смену, в холодный и теплый периоды года устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные значения параметров микроклимата.

В производственных помещениях, в которых допустимые значения параметров микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, микроклиматические условия должны рассматриваться как вредные и опасные, при которых нанимателю следует использовать меры защиты работников, включающие кондиционирование воздуха, воздушное душирование, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), создание помещений для отдыха и обогрева, а также регламентировать время работы во вредных условиях труда.

2.3 Способы и средства нормализации микроклимата*.*

Защитные мероприятия по уменьшению нагрузки на человека вследствие неблагоприятных климатических условий на рабочем месте:

* ***Физиологические*** (проверка здоровья, акклиматизация, контроль водного и солевого обмена, увеличение времени и количества перерывов);
* ***Технические***:
* Механизация и автоматизация производственных процессов, включая дистанционное управление. Эти мероприятия защищают от вредных веществ, теплового излучения и повышают производительность труда.
* Применение технологических процессов и оборудования исключающих образование вредных веществ. Большое значение имеет герметизация оборудования, в которых находятся вредные вещества (компрессоры, газопроводы).
* Защита от источников тепловых излучений, для снижения температуры воздуха помещений.
* Устройства вентиляции и отопления.
* ***Применение СИЗ:*** термозащитной одежды, средств для защиты головы и лица, респираторов.

3 ОСВЕЩЕНИЕ КАК ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ФАКТОР

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека. Он оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно - сосудистую, нервно - психическую системы. Он является важным стимулятором не только зрительного анализатора , но и организма в целом.

Рациональное производственное освещение является важнейшим показателем гигиены труда и предназначено для:

– оказания положительного психофизиологического воздействия на работающих;

– улучшения условий зрительной работы и снижения утомления;

– повышения безопасности труда и снижения профессиональных заболеваний;

– повышения производительности труда.

При недостаточной освещенности состояние зрительных функций находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения, возрастает опасность травмы.

***Свет*** (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. По своей природе это электромагнитные волны длиной от 380 до 760 нм (I нм = 10-9м). Максимальная чувствительность в дневное время суток в зеленой части спектра (длина волны – 470-550 нм).

3.1 Виды и системы освещения. Источники света*.*

Производственное освещение рабочих мест может быть естественным, искусственным и совмещенным.

*Естественное* освещение может осуществляться через окна (боковое освещение), через световые фонари в крыше (верхнее) или через фонари и окна одновременно (комбинированное).

Естественное освещение обеспечивает зрительный контакт с внешней средой, устраняет монотонность световой обстановки, вызывающую утомление центральной нервной системы. центральной нервной системы. Однако, оно переменно в течение суток, зависит от климатических и сезонных условий.

От этих недостатков свободно *искусственное* освещение, т.е. освещение с помощью электрических ламп. На некоторых предприятиях применяются *совмещенное* освещение, когда недостаточное естественное освещение дополняется искусственным.

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

*Рабочее* освещение предназначено для создания необходимых условий работы и нормальной эксплуатации зданий или территории.

*Дежурное* освещение включается во вне рабочее время.

Аварийное освещение применяется в тех случаях, когда отключение рабочего освещения может привести к длительному нарушению технологического процесса, пожару, взрыву. При аварийном освещении часть светильников общего освещения питаются током от автономного источника и при отключении основной сети продолжают работать. Освещенность в этом случае должна составлять не менее. 5 % от нормы рабочего освещения, но не менее 5 лк при газоразрядных лампах и 2 лк при лампах накаливания.

*Эвакуационное* освещение устраивается в местах основных путей и проходов, где существует опасность травматизма. Оно должно обеспечивать освещенность внутри зданий не менее 0,5лк, вне их- 0,2лк.

*Охранное* освещение размещается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность - 0,5 лк.

По устройству искусственное освещение бывает двух систем: общего или комбинированного освещения.

При *общем освещении* светильники размещаются в верхней зоне равномерно или применительно к расположению оборудования. Если светильники концентрируют световой поток непосредственно на рабочие места, то такое освещение называется местным.

При дополнении общего освещения местным образуется комбинированное освещение.

В качестве источников света в современных осветительных установках применяют лампы накаливания, галогенные и газоразрядные.

В лампах накаливания свечение возникает в результате нагрева вольфрамовой нити до высоких температур. Световая отдача таких ламп не велика (не более 20 лм/Вт) и срок их службы ограничен (1000 ч). Лампа накаливания излучает свет красных и желтых тонов, что затрудняет цветоразличение. Их рекомендуется использовать в тех случаях, когда искусственный свет требуется лишь изредка, или когда использование других источников света невозможно или нецелесообразно. При грубых работах, а также для местного освещения.

Галогенные лампы накаливания наряду с вольфрамовой нитью содержат в трубке пары того или иного галогена (например, иода), который повышает температуру накала нити и практически исключает испарение. Они обладают более высокой светоотдачей (22 лм/Вт) и продолжительностью срока службы - 3000 ч.

Газоразрядные \_\_лампы излучают свет благодаря электрическим разрядам в газах, парах или их смесях. На внутреннюю поверхность колбы наносится слой светящегося вещества - люминофора , трансформирующего электрические, разряды в видимый свет .

В настоящее время выпускаются газоразрядные лампы двух типов: лампы низкого давления - люминесцентные (ЛЛ):

- ЛБ – лампы белого света;

- ЛД – лампы дневного света;

- ЛТБ - лампы тепло – белого света;

- ЛХБ – лампы холодного света;

ЛЦД – лампы дневного света правильной цветопередачи

и лампы высокого давления - дуговые ртутные лампы (ДРЛ), дуговые ртутные с излучающими добавками (ДРИ), дуговые натриевые лампы трубчатые (ДНаТ) и дуговые неоновые трубчатые или шаровые (ДКсТ или ДКсШ).

***Для оценки качества источников света применяют следующие показатели***: мощность лампы (Рл), Вт ; световой поток (Фл),лм или сила света (Jл),кд; световая отдача лампы (Фл/Рл),лм/Вт; цвет излучения и срок службы (t,ч).

ЛЛ обладают рядом достоинств: значительная световая отдача продолжительный срок службы , благоприятный спектральный состав света . Такие лампы широко применяются для освещения рабочих мест при выполнении точных работ и когда предъявляются повышенные требования к цветоразличению . Недостаток ЛЛ -.так называемый стробоскопический эффект , т. е. искажение зрительного восприятия в пульсирующем световом потоке (например, вращающиеся части оборудования могут восприниматься как неподвижные или движущиеся в обратном направлении). Он создает травмоопасную ситуацию. Кроме того, пульсация светового потока отрицательно сказывается на состоянии зрительных функций, центральной нервно системы и работоспособности человека. Пульсации светового потока газоразрядных ламп можно существенно снизить при электропитании ламп от трехфазной сети чередованием подключения ламп к различным фазам.

ДРЛ позволяют создать большие уровни освещенности без значительных затрат на электроэнергию и применимы в цехах при наличии пыли, дыма в воздухе. Но ДРЛ искажают цветовосприятие и не могут использоваться на всех производствах. В том случае применяют дуговые ртутные лампы с исправленной цветностью -ДРИ. Они обладают, кроме того, большей светоотдачей.

Спектральный состав света не только способствует цветоразличению в процессе выполнения трудовой задачи, но и оказывают существенное влияние на психофизиологическое состояние человека, ощущение им светового комфорта; желательно, чтобы спектр искусственного освещения максимально приближался к спектру естественного света. Для этой цели при недостатке дневного освещения лучше использовать люминесцентную лампу белого цвета: У люминесцентного источника с большим числом трубок можно объединять лампы с голубым, белым и даже розовым оттенком цвета. Этим достигается больше совпадение с естественным освещением.

В настоящее время перспективное развитие набирают светодиодные лампы.

3.2 Нормирование производственного освещения.

При создании системы производственного освещения руководствуются ТКП 45-2.04-153-2009  "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования" естественное и искусственное освещение нормируется в зависимости от

1. **Точности зрительной работы**
2. **Яркости фона**
3. **Контраста объекта и фона**
4. **Системы освещения.**

***Точность зрительной работы*** характеризуется минимальным размером объекта различения. Объект различения - это элемент рассматриваемого объекта минимального размера, который нужно узнавать и различать. По степени точности все зрительные работы делятся на восемь разрядов.

***Фон*** - это поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается, характеризуется коэффициентом отражения *р.*



при р > 0,4 фон считается светлым , при 0,2 < *р < 0*,4 - средним , при *р <* 0,2 - темным.

***Контраст объекта с фоном*** к характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта и фона.



при к >0,5 контраст считается большим, при к < 0,2 - малым

**Для искусственного освещения** нормируемым параметром является **освещенность Е (лк).** Для оценки измеряется освещенность люксметром в контрольной точке и сравнивается с нормативной.

Необходимый уровень освещенности тем выше, чем темнее фон, меньше объект различения и контраст объекта с фоном.

Основной величиной для расчета и нормирования **естественного освещения** является коэффициент естественной освещенности (KЕO). Он определяется отношением (в *%)* освещенности в данной точке внутри помещения Евн к одновременно измеряемой наружной горизонтальной освещенности , создаваемой светом открытого небосвода Енар.



КЕО показывает, какую часть наружной освещенности составляет освещенность в определенной точке внутри помещения.

Совмещенное освещение оценивается также как и естественное – Коэффициентом Естественной Освещенности. При отключении источников искусственного света.

4 ШУМ. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ**.**

**Звук**  – упругие колебания в частотном диапазоне, воспринимаемом органом слуха человека, распространяющиеся в виде волн в газообразных средах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

**Шум** - совокупность различных по частоте и силе звуков, меша­ющих нормальной деятельности человека и вызывающие у него неприятные ощущения. Это одна из форм параметрического загрязнения окружающей среды, адаптация организмов, в которой практически невозможна.

Звук, распространяющийся в воздушной среде, принято называть **воздушным** шумом, а передающийся по конструктивным элементам - **структурным** шумом. Область пространства, в которой распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. Частицы среды в этом поле колеблются относительно положения равновесия, причем ско­рость этих колебаний (колебательная скорость) много меньше скорости распространения волны (скорости звука). Скорость звука зависит от упругих свойств, температуры и плотности среды распро­странения .

4.1 Основные характеристики звука

**1.** Движение звуковой волны сопровождается периодическим повышением и понижением давления.

Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением в невозмущенной среде называется **звуковым давлением** **Р**.

Единица измерения звукового давления - паскаль Па. Звуковое давление определяется амплитудой колебаний звуковой волны: чем больше амплитуда, тем больше звуковое давление и громче звук.

**2.** Расстояние между двумя соседними участками среды, имеющими в один и тот же момент времени одинаковое звуковое давление, определяет длину волны λ. Это расстояние звуковая волна проходит за один период колебания 1/f и поэтому **Скорость Звука**:

С = λf

**3.** Распространение звуковых волн сопровождается переносом энергии, а величина этой энергии определяет интенсивность звука. **Интенсивность звука** **I**- среднее количество энергии, проходящей в единицу времени через единицу поверхности, нормальной к направлению распространения звуковой волны:

I = Р2/(ρс)

где: ρ - плотность среды;

с - скорость звука.

Интенсивность шума измеряется в Вт/м2

Интенсивность шума, проходящего через поверхность сферы радиусом R с расположенным в ее центре источником шума с излучаемой мощностью W.

I = W/(4πR2)

Эта зависимость определяет основной закон распространения звука в свободном звуковом поле (без учета затухания), согласно которому интенсивность звука падает пропорционально квадрату расстояния.

Минимальная сила звука, воспринимаемая ухом, называется ***порогом слышимости***  *(Iо=* 10-12Вт/м2), ему соответствует звуковое давление *P0=* 2\*10-5 Па.

***Порог болевого ощущения***наступает при силе звука, равной 102 Вт/м2, и соответствующего ему звукового давления – 2\*102 Па. Как видим, изменения звукового давле­ния слышимых звуков огромны и составляют примерно **107** раз. Поэтому для удобства измерения и санитарно-ги­гиенического нормирования интенсивности звука и зву­кового давления принимают не абсолютные физические, а относительные единицы, которые представляют собой ло­гарифмы отношений этих величин к условному нулевому уровню, соответствующему порогу слышимости стандартного тона с частотой **1000** Гц.

***Уровень интенсивности звука L****,* дБ, определяется по формуле

*L =* 10*lg*(*I / I0*),

где *I* - интенсивность звука, Вт/м2;

*I0* - интенсивность звука, принимаемая за порог слышимости, равная 10-12 Вт/м2.

Так как интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, то формулу, по которой рассчитывается  ***уровень звукового давления*** можно записать в виде

*L =* 10*lg*(*P2* */ P02)* = 20*lg(P/P0).*

P - среднеквадратичное значение звукового давления в точке измерения

P0 - пороговое звуковое давление, 2∙10-5 Па

Эти логарифмы отношений называют соответственно ***уровнями интенсивности звука***или чаще ***уровнями зву­кового давления****,* они выражаются в ***белах* (Б)**. Однако ухо человека четко различает изменения уровня звука на 0.1Б. Поэтому в практике акустических измерений и расчетов пользуются величиной децибел дБ.

4.2 Воздействие шума на организм человека

Ухо человека способно воспринимать слышимые звуковые колебания воздуха с частотой от 16 до 20000 Гц. Колебания ниже 16 Гц называются **инфразвуковыми**. Колебания выше 20000 Гц называются **ультразвуковыми**.

Инфразвук и ультразвук не вызывает у человека слуховых ощущений. Человек не слышит эти звуки, но они могут оказывать вредные биологические действия на человека

Порог в пределах 20Гц - 20кГц различен для звуков различной частоты. В диапазоне частот 800 - 4000 Гц величина порога минимальна и растет по мере удаления от этой области вверх и вниз по шкале частот. Особенно заметно увеличение порога слышимости на низких частотах. По этой причине высокочастотные звуки более неприятны для человека, чем низкочастотные при одинаковых УЗД.

Пороговое звуковое давление минимально только на частоте 1000 Гц и принято считать стандартной частотой в акустике L = 0дБ. Верхняя кривая соответствует порогу болевого ощущения L = 120-130дБ. Звуки, превышающие по своему уровню этот порог, могут вызвать боли или повреждение слухового аппарата. Такой уровень шума создает, например, двигатель ре­активного самолета. Звуки, превышающие по уровню этот предел, мо­гут вызвать не только боли, но и повреждения слухового аппарата человека.

Область, лежащая между этими кривыми на частотной шкале оп­ределяет область слухового восприятия.

В зависимости от уровня и характера шума, его продолжитель­ности, а также индивидуальных особенностей человека, шум оказыва­ет на него различное действие.

Прежде всего шум, даже если он невелик (50-60 дБА), создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на не­го психологическое воздействие. Особенно это проявляется у людей, занятых умственной деятельностью.

Степень вредного воздействия шума зависит также от того, насколько он отличается от привычной шумовой нагрузки, и от инди­видуального отношения к нему. Так, собственный шум обычно не беспокоит человека, в то время как небольшой посторонний шум может вызвать сильнейшее раздражение.

Ряд таких серьезных заболеваний, как неврозы, гипертония и язвенная болезнь, желудочно-кишечные и кожные заболевания провоци­руются перенапряжением нервной системы.

Особенно серьезным беспокоящим фактором является ночной шум, даже при уровне в З0-40 дБ.

С повышением уровней шума до уровня 70 дБА и выше, связыва­ется непосредственное физиологическое воздействие на организм че­ловека, приводящее в возникновению видимых неблагоприятных изме­нений. В первую очередь снижается, при шуме в 85-90 дБА, слуховая чувствительность на высоких частотах. Воздействуя на кору голов­ного мозга такой шум ускоряет процесс утомления, ослабляет внима­ние, замедляет психические реакции, что в свою очередь провоци­рует травматизм.

4.3 Классификация производственных шумов

***По источнику происхождения:***

Механические шумы возникают вследствие движения механизмов с переменным ускорением, соударения деталей в сочленениях из-за наличия зазоров, наличия ударных процессов (ковка, штамповка).

Аэродинамические шумы вызваны движением жидкости, газа. Они являются главной составляющей шума вентиляторов, воздуховодов, компрессоров, газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания. При движении тела в воздушной или газовой среде образуются вихри в области повышенного и пониженного давления, в результате чего появляется звуковая волна.

Гидродинамические шумы возникают вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях.

Электромагнитные шумы возникают в электрических машинах и оборудовании за счет взаимодействия ферромагнитных масс под влиянием переменных во времени и пространстве магнитных полей.

***По характеру спектра:***

Широкополосный шум – шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Тональный шум – шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие.

Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

***По временным характеристикам:***

Постоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «Медленно».

Непостоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «Медленно».

***Непостоянный шум подразделяют на:***

Колеблющийся шум – шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени.

Прерывистый шум – шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более). При этом длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным, составляет 1 с и более.

Импульсный шум – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов. При этом уровни звука, измеренные на стандартизованных временных характеристиках измерительного прибора «Импульс» и «Медленно», отличаются на 7 дБА и более.

4.4 Оценка и нормирование шума.

Ухо человека воспринимает как слышимые только те колебания частоты, которых лежат в пределах 20Гц - 20кГц. Ниже 20Гц и выше 20кГц находятся соответственно области неслышимых человеком инфра- и ультразвуков.

При оценке воздействия шума на человека весь частотный диа­пазон разбивают на ряд октавных полос, в каждой из которых верх­няя граница **fв** в два раза превышает нижнюю **fн**.

fв = 2 fн

Среднегеометрическая частота октавной полосы определяется соотношением:

fсг = √fвfн

Указанные полосы стандартизованы и определены **ГОСТ 12.1.003-83**, а их среднегеометрические частоты составляют следующий ряд:

63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

СогласноСанПиН от 16.11.2011 № 115 "Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"нормирование шума производится двумя методами:

1. По предельному спектру шума.
2. По уровню звука, контролируемому шумомером со специальной корректировочной частотной характеристикой, т.н. шкалой «**А**», что отражается в еденицах измерения уровня – дБА.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов. В соответствии с ним, устанавливаются допустимые уровни звукового давления в перечисленных выше октавных полосах. Сово­купность этих уровней называется предельным спектром.

Контроль уровней шума производится при этом шумомерами с линейной характеристикой чувствительности (шкала "С").

Предельно допустимый уровень (далее – ПДУ) шума – уровень шума, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всей трудовой деятельности, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека

Второй метод используется для ориентировочной оценки непостоянного шума и постоянных шумов, спектр которых неизвестен.

Контроль уровня шума выполняется в этом случае при включении корректирующей характеристики шумомера (шкала "А") , при ко­торой чувствительность всего шумоизмерительного тракта соответ­ствует средней чувствительности органа слуха человека на различ­ных частотах спектра.

4.5 Средства и способы защиты от шума

Согласно **ГОСТ 12.1.029-80 «ССБТ Средства и методы защиты от шума. Классификация»** методы и средства борьбы с шумом принято подразделять на :

1. методы снижения шума в источнике его образования;
2. методы снижения шума на пути его распространения от источника;
3. средства индивидуальной защиты от шума.

Уменьшение механического шума может быть достигнуто путем совершенствования технологических процессов. Внедрение, например, автоматической сварки вместо ручной устраняет образование брызг на металле. Применение фрезерной обработки кромок металла под сварку вместо пневмозубил делает этот процесс менее шумным. Для уменьшения механического шума необходимо: заменять ударные процессы и механизмы на безударные, заменять штамповку прессованием, клейку - сваркой, обрубку резкой, заменять возвратно-поступательные движения деталей равномерным вращением, применять вместо прямозубых шестерен косозубые, уменьшать шероховатость поверхности шестерен, по возможности, заменять зубчатые цепные передачи клиноременными, заменять подшипники качения подшипниками скольжения, по возможности, заменять подшипники, шестерни стальные на капроновые, использовать пластмассы при изготовлении корпусов, применять принудительное смазывание не трущихся поверхностей и сочленений.

Для уменьшения вихревого шума необходимо уменьшать скорость обтекания и улучшать аэродинамические свойства тела. Для машин с вращающимися рабочими частями (вентиляторы, турбины) имеет место шум от неоднородного потока, возникающего из-за плохой обтекаемости деталей конструкций. Борьбу с шумом от неоднородности ведут по пути улучшения аэродинамических характеристик машин.

Гидродинамические шумы возникают вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях. Меры борьбы – это улучшение гидродинамических характеристик насосов и выбор оптимальных режимов работ.

Снижение электромагнитного шума осуществляется путем конструктивных изменений в электрических машинах. Например, путем изготовления скошенных пазов якоря ротора. В тех случаях, если коэффициент направленности достигает 10-15 дБ необходимо соответствующим образом ориентировать установку по отношению к рабочему месту.

Основные мероприятия, направленные на снижение уровней шума на пути его распространения от источника, а так же применение средств индивидуальной защиты можно объединить в следующую схему:

**Архитектурно-планировочные меры**, применяемые для улучшения шумового режима в жилых районах, включают в себя ряд градостроительных приемов таких как: вынос из селитебных зон шумных промышленных объектов; использование территориальных разрывов между источниками шума и жилой застройкой; районирование и зонирование жилых территорий и объектов с учетом интенсивности источников шума; использование рельефа местности, специальных искусственных экранов-выемок, насыпей, экранов-стенок, экранов-зданий жилого и нежилого типа, озеленения и др.

**Строительно-акустические методы** включают в себя различные конструктивные и строительные средства: планировку помещений; использование звукопоглощающих конструкций (стен, перекрытий, окон и т.п.); снижение шума санитарно-технического оборудования и др.

**Административные меры** заключаются в регламентировании работ промышленных объектов, отдельных агрегатов, машин и оборудования, особой организации движения транспорта и т.п.

Звукоизоляция препятствует проникновению шума из одного помещения в другое. Звукопоглощение снижает уровень шума как в помещении с источником, так и в соседнем помещении.

4.6 Средства индивидуальной защиты от шума

При таких производственных процессах как клепка, обрубка, штамповка, зачистка, испытание двигателей внутреннего сгорания средства индивидуальной защиты являются основными мерами, предотвращающими заболевание рабочих. К средствам индивидуальной защиты относятся : вкладыши, наушники, шлемы (рисунок 1).

Вкладыши представляют собой мягкие тампоны из ультратонкого волокна, пропитанные воском или жесткий эбонит, резина в форме конуса, вставляемые в слуховой канал. Это самые дешевые средства защиты от шума, на малоэффективные 5-20 дБ.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной. Наибольшее поглощение на высоких частотах.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F, Гц | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Lр, дБ | 7 | 11 | 14 | 22 | 35 | 47 | 55 |

Шлемы применяются, когда вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты (более 120 дБ).







Рисунок 1 – средства индивидуальной защиты от шума

# Модуль 3 ТБ (электро пожаро ПК)

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

1 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Защита от поражения электрическим током или ***электробезопасность*** включает в себя систему организационных и технических мероприятий, технических способов и средств, обеспечивающих безопасные условия труда работающих с технологическим оборудованием и ручным инструментом, использующим электрическую энергию, с целью сокращения электротравматизма до приемлемого (и ниже) уровня риска.

Протекание через тело человека электрического тока может оказывать следующие виды воздействия:

- ***термическое*** (ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов и нервных волокон, мышц);

- ***электролитическое*** (разложение крови и других органических жидкостей, нарушение их физико-химических составов);

- ***биологическое*** (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких).

Действие электрического тока приводит к двум видам поражения: **электрическим травмам** и **электрическим ударам**.

***Электрические травмы*** *–* это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дугой (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения).

***Электрический удар*** *–* это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц

Электрический удар бывает 4-х степеней.

**I степень** – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

**II степень** – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

**III степень** – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

**IV степень** – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

Помимо этого действие электрического тока может оказывать и психосоматическое воздействие на человека, которое выражается в виде **электрического шока**.

***Электрический шок*** – это тяжелая реакция организма в ответ на сильное электрическое раздражение, сопровождающаяся опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п. Такое состояние может продолжаться от нескольких минут до суток.

**Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током:**

1. Величина тока (Ih, mA) через тело человека (сила тока). Для переменного тока промышленной частоты (50 Гц):

* 0,5 – 1,0 мА – пороговое ощущение;
* 10 – 15 мА – паралич мышц, судорога, захват – неотпускающий ток;
* 25 – 50 мА - фибрилляция, остановка сердца;
* более 100 мА – смерть.

1. Напряжение (Uпр, В). Повышение напряжения приводит к увеличению степени поражения.
2. Сопротивление человека, Z (емкостное и активное), Ом.

Z = Rвн + Rвнеш,

где Rвн – сопротивление внутренних органов человека. 300-500 Ом;

Rвнеш – внешнее сопротивление. 10кОм – 10Мом.

1. Продолжительность воздействия (τ, с). Увеличение продолжительности приводит к снижению сопротивления человека Z.
2. Род (переменный или постоянный) и частота (промышленная – 50 Гц или высокочастотная 400 Гц) тока.
3. Путь протекания тока через тело человека: Р-Р, Р-Н, Н-Н. Наиболее опасен путь Р-Н (Р – рука, Н – нога).
4. Психофизиологическое состояние.
5. Состояние и характеристики параметров окружающей производственной среды. Они могут усугублять опасность электропоражения. в связи с этим все производственные помещения по опасности поражения электротоком подразделяются на:

* **Помещения с** **повышенной опасностью**: сырые (влажность более75%), жаркие (Т0 >25 0С), пыльные, токопроводящие полы, возможность одновременного прикосновения к корпусам и заземлителям.
* **Особо опасные**: влажность стремится к 100%, есть 2 и более признаков для помещений с повышенной опасностью.
* **Без повышенной опасности – вышеперечисленные признаки отсутствуют**.

1.1 Виды электрических сетей

В зависимости от

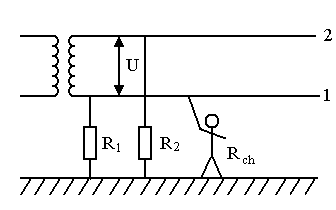
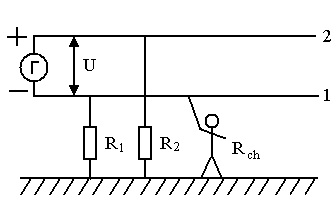
- количества проводов в сети и

- источника электрической энергии

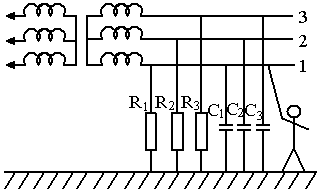
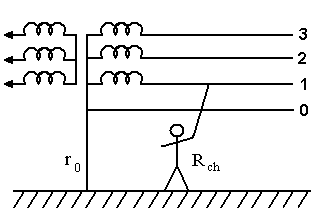
выделяют:

1. Однофазные сети переменного (рис. 14.1 а) или постоянного (рис. 14.1 б) тока.

2. Трехфазные трехпроводные (рис. 14.2 а) или четырехпроводные (рис. 14.2 б) сети.



**Рисунок 14.1 а Рисунок 14.1 б**



**Рисунок 14.2 а Рисунок 14.2 б**

1.2 Оценка опасности возможного электропоражения при эксплуатации потребителей электрической энергии

Оценка заключается в сравнении максимально возможных токов электропоражения (Ihфакт)илинапряжения прикосновения(Uпр факт) вкаком либо конкретном случае с предельнодопустимыми значениями Ih пд (Uпр пд) установленными стандартами электробезопасности, за определенный промежуток времени.

Оценка позволяет установить необходимость применения тех или иных мер защиты и при необходимости произвести выбор и расчет необходимых методов и средств.

Оценка осуществляется в нормальном и аварийном режимах работы.

Авария – замыкание электропитания установки на корпус или когда на других токопроводящих частях появляется напряжение.

Предельно допустимые напряжения прикосновения (Uпр) и токи, проходящие через человека (Ih пд) при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки приведены в табл. 14.1.

Таблица 14.1 – Предельно допустимые значения в нормальном режиме работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Род и частота тока | Предельно допустимые значения | |
| Uпр, В | Ih пд, мA |
| Переменный, 50 Гц | 2 | 0,3 |
| Постоянный | 8 | 1,0 |

Время воздействия не более 10 минут в сутки.

Предельно допустимые напряжения прикосновения (Uпр) и токи, проходящие через человека (Ih пд) при аварийном режиме работы электроустановки (замыкании электропитания на корпус установки), приведены в табл. 14.2.

Таблица 14.2 - Предельно допустимые значения в аварийном режиме работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Род и частота тока | Предельно допустимые значения при продолжительности воздействия более 1 с | |
| Uпр, В | Ih пд, мА |
| Переменный, 50 Гц | 36 | 6 |
| Постоянный | 40 | 15 |

1.3 Выбор схемы и режима нейтрали в 3-х фазных сетях

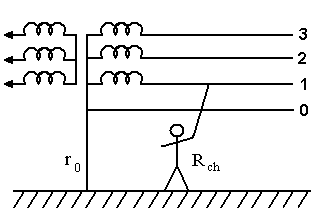
Выбор осуществляется исходя из двух требований:

* Безопасность.
* Технологичность (удобство эксплуатации).

Более безопасные в нормальном режиме- сети с изолированной нейтралью, в аварийном режиме – с заземленной нейтралью.

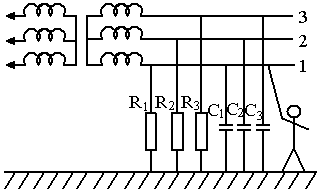
По технологическим требованиям или по удобству эксплуатации лучше – 3-х фазные 4-х проводные сети, т.к. позволяют осуществлять электропитание как 1-фазных, так и 3-х фазных потребителей.

На практике:

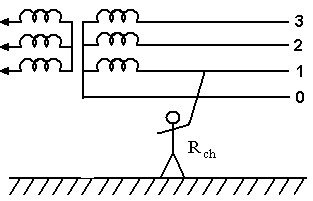
* 1. 3-х фазные 4-х проводные с заземленной нейтралью, т.к. они более безопасны в аварийном режиме и универсальны в подключении (14.3).

**Рисунок 14.3**

* 1. 3-х фазные 3-х проводные с изолированной нейтралью. Применяются редко в небольших лабораториях и участках, где есть только 3-х фазные потребители и Z >500 кОм. Малой протяженности (14.4).

**Рисунок 14.****4**

* 1. Как исключение, на передвижных установках - 3-х фазные 4-х проводные с изолированной нейтралью (14.5).

****

**Рисунок 14.5**

1.4 Способы и средства защиты от поражения электротоком

Электробезопасность при эксплуатации электрической энергии должна обеспечиваться:

1. Конструкцией установки (выбор материалов, расположение элементов и др.)

2. Организационно – техническими мероприятиями.

***Организационные мероприятия*** *-* требования к персоналу (медосмотр, выполнение работ под надзором )

***Технические мероприятия на установках без напряжения****:*

*-* применение мер исключающих случайную подачу напряжения (механическое запирание включателей, достать предохранитель, отключить провода)

*-* вывешивать плакаты.

***Технические мероприятия на установках под напряжением***– работпа в бригаде не менее 2-х человек с применением эл.защитных средств (изолирующих, ограждающих, вспомогательных)*:*

* Техническими средствами и способами защиты.

1.5Технические средства защиты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Изолирующие** | | **Ограждающие**  - для исключения случайного прикосновения работающего к открытым частям оборудования или линии эл.питания (считки, кожухи, экраны, перегородки). | **Вспомогательные**  - для защиты работающих от сопутствующих опасностей и вредностей при работе с эл.установками (лестницы, стремянки, страховочные ремни, канаты, когти, очки, наушники, респираторы) |
| ***Основные***  **-** для изоляции рук от токоведущих частей: диэлектрические перчатки, инструмент с изолированной рукоядкой | ***Дополнительны*е –** дополняют основные – изолируют ноги: коврики, галоши, подставки |

**Технические способы защиты**

1. Защитное заземление
2. Зануление
3. Устройство защитного отключения
4. Электрическое разделение сетей применяется в электроустановках и сетях напряжением до 1 кВ, эксплуатирующихся в условиях повышенной опасности (передвижные установки, ручной электрифицированный инструмент и т.п.).
5. Малое напряжение применяется в условиях высокой опасности электропоражения.

***Напряжение до 12* В** следует применять для питания ручных переносных ламп в особо опасных помещениях при особо неблагоприятных условиях; в стесненных условиях при соприкосновении работающих с металлическими поверхностями, например при работе в металлической емкости, сидя или лежа в кабельном колодце, в смотровой яме, на токопроводящем полу и т.п.

***Напряжение до 42*** В применяется в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и вне помещений, для питания ручного электрифицированного инструмента, переносных ручных ламп, светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания, светильников общего освещения обычной конструкции с лампами накаливания, размещенных над полом на высоте менее 2,5 м.

1.6 Освобождение пострадавшего от действия тока

Освобождение человека от действия тока необходимо как можно быстрее, но при этом надо соблюдать меры предосторожности. Если пострадавший находится на высоте, должны приниматься меры по предупреждению его падения.

Прикосновение к человеку, находящемуся под напряжением, опасно, и при ведении спасательных работ необходимо строго соблюдать определенные предосторожности от возможного поражения током лиц, проводящих эти работы.

Наиболее простым способом освобождения пострадавшего от тока является отключение электроустановки или той ее части, которой касается человек. При отключении установки может погаснуть электрический свет, поэтому при отсутствии дневного света необходимо иметь наготове другой источник света — фонарь, свечу и т. д.

Если быстро отключить установку нельзя, необходимо принять соответствующие меры предосторожности, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или телом пострадавшего, а также под напряжением шага.

В установках напряжением до 400В пострадавшего можно оттянуть за сухую одежду. При этом нельзя касаться незащищенных участков тела пострадавшего, сырой одежды, обуви и т.д.

При наличии электрозащитных средств — диэлектрических перчаток, галош, ковриков, подставок — следует их использовать при освобождении пострадавшего от тока.

В случаях, когда руки пострадавшего охватывают проводник, следует перерубить проводник топором или другим острым предметом с изолированными ручками (сухое дерево, пластмасса).

В установках напряжением свыше 1000В для освобождения пострадавшего необходимо пользоваться изолирующей штангой или изолирующими клещами*,* соблюдая все правила пользования этими защитными средствами. Если пострадавший в результате воздействия напряжения шага упал, его необходимо изолировать от земли, подсунув под него сухую деревянную доску или фанеру.

После освобождения пострадавшего от тока необходимо установить степень поражения и в соответствии с состоянием пострадавшего оказать ему медицинскую помощь.

2 ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Большинство современных промышленных предприятий характеризуется повышенной пожарной опасностью, так как на них используется значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых горючих материалов, большое количество емкостей и аппаратов в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленная сеть трубопроводов, большая оснащенность производства электроустановками и др.

Учащению пожаров в общественных зданиях и сооружениях, а также в жилых помещениях способствует широкое исполь­зование в быту электроэнергии, радиоэлектроники и телевидения.

***Пожарная безопасность*** *-* это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность воз­никновения и развития пожара, а также обеспечивается защита людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов.

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты.

***Система пожарной защиты*** *-* комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Пожарная защита обеспечивается рядом мероприятий, основными из которых являются:

* применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
* ограничение количества горючих веществ;
* предотвращение распространения пожара за пределы очага;
* применение конструкций объектов с регламентирован­ными пределами огнестойкости и горючести;
* создание условий для эвакуации людей;
* применение средств защиты людей и системы противодымной защиты;
* применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
* организация пожарной охраны объекта и др.

***Система предотвращения пожара*** *-* комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара.

Предотвращение пожара достигается комплексом ***профилак­тических мер***, исключающих образование горючей среды, источ­ников зажигания, поддержание температуры горючей среды ниже максимально допустимой до горючести и давления в горючей сре­де ниже максимально допустимого до горючести и др.

Профилактические меры по предотвращению пожаров ус­ловно можно разделить на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

**Организационные мероприятия** по обеспечению пожарной безопасности включают в себя:

* организацию обучения персонала и граждан правилам пожарной безопасности;
* разработку норм и правил по пожарной безопасности, ин­струкций о порядке работы с пожароопасными веществами и ма­териалами, поведении людей при возникновении пожара и др.

**Эксплуатационные мероприятия** предусматривают соответ­ствующую эксплуатацию оборудования, содержание зданий и тер­риторий.

**Технические меры** заключаются в соблюдении противопо­жарных норм при сооружении зданий, устройстве отопления и вентиляции, выборе и монтаже оборудования, устройстве грозо­защиты и защиты от статистического электричества.

**Режимные мероприятия** направлены на ограничение или запрещение разведения огня, производства электро- и газосвароч­ных работ, а также курения в неустановленных местах и др.

2.1 Основные причины пожаров на предприятиях

Основными причинами пожаров являются:

* халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов, разогрев де­талей открытым огнем, шалость детей и т.п.);
* неисправность отопительных и вентиляционных систем (котельных, отопительных приборов, печей и др.);
* неисправность производственного оборудования, наруше­ние технологических процессов (выделение горючих газов, пыли);
* самовоспламенение или самовозгорание некоторых ве­ществ и материалов при нарушении правил их хранения и использования;
* различные причины электрического характера: искрение в электрических аппаратах и машинах; токи коротких замыканий и значительные перегрузки проводов и обмоток электрических устройств, вызывающие их нагрев до высокой температуры;
* плохие контакты в местах соединения проводов, приводящие к увеличению переходного сопротивления, на котором выделяется большое количество тепла; электрическая дуга, возникающая во время дуговой электрической сварки или в результате ошибочных операций в электроустановках; электростатистические разряды и удары молний и т.п.

2.2 Горение. Опасные факторы пожара

**Горением** называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождаю­щийся выделением тепла и излучения света.

Условиями для возникновения и протекания горения требуется наличие трех факторов:

* горючего вещества,
* окислителя (обычно кислород воздуха);
* источника воспламенения.

Горючее вещество и окислитель (кислород воздуха) должны на­ходиться в определенных количественных соотношениях, а источ­ник зажигания иметь необходимый запас тепловой энергии. Горе­ние дифференцируется по следующим признакам.

***В зависимости от агрегатного состояния*** горючего и окисли­теля различают три вида горения:

* гомогенное горение газов и парообразных горючих ве­ществ в среде газообразного окислителя; скорость его определяется скоростью химической реакции; такое горение может представлять собой взрыв идидетонацию;
* гетерогенное горение жидких и твердых горючих веществ в среде газообразного окислителя;
* горение взрывчатых веществ и порохов.

В зависимости от *особенностей протекания химической реакции окисления* горение может быть:

* *диффузионным.* Такое горение возникает в химически неодно­родных системах, имеющих границу раздела между окислением и горючим веществом. В этом случае окислитель (кислород) непре­рывно диффундирует сквозь продукты горения к горючему вещест­ву, а затем вступает с ним в реакцию. Такое горение характеризует­ся небольшой скоростью, так как замедляется процессом диффузии окислителя;
* *кинетическим.* Возникает кинетическое горение при горении го­могенной горючей системы. Скорость процесса в этом случае опре­деляется скоростью химической реакции горения. Процесс протека­ет достаточно быстро.

В зависимости от соотношения горючего вещества и окислителя горение может быть:

* *полным,* которое протекает при избыточном количестве окислителя (кислорода). При этом образуются продукты горения, которые способны больше гореть (углекислый газ, серни­стый газ, пары воды);
* *неполным,* когда количество окислителя (ки­слорода) недостаточно для горения горючей системы, в результате чего образуются продукты неполного сгорания (оксид углерода, спирты, альдегиды).

Во всех случаях для горения характерны три типичные ста­дии: возникновение, распространение и погасание пламени.

**Процесс возникновения горения подразделяется на несколь­ко видов:**

* *вспышка -* быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над по­верхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковремен­ным видимым свечением;
* *самовозгорание -* горение горючей среды в результате самоини­циируемых экзотермических реакций;
* *воспламенение -* пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления;
* *самовоспламенение -* резкое увеличение скорости экзотермиче­ских реакций, сопровождающееся пламенным горением или взры­вом;
* *взрыв -* быстрое неконтролируемое горение газо-, паро-, пыле-воздушной смеси с образованием сжатых газов.

Неконтролируемое горение вне специального очага, нанося­щее обществу материальный и социальный ущерб, принято назы­вать **пожаром.**

**Пожар характеризуется рядом опасных факторов:**

* повышенная температура воздуха и предметов;
* открытый огонь и искры;
* токсичные продукты горе­ния, дым;
* пониженная концентрация кислорода вблизи очага го­рения;
* взрывы;
* повреждение и разрушение зданий и соору­жений.

2.3 Взрывопожароопасные свойства веществ

**Взрыво- и пожароопасность веществ** зависит от их агрегат­ного состояния (газообразные, жидкие, твердые), физико-хими­ческих свойств, условий хранения и применения.

**Основными показателями, характеризующими пожарную опасность горючих газов** являются концентрационные пределы воспламенения, энергия зажигания, температура горения, нормальная скорость распространения пламени и др.

Горение смеси газа с воздухом возможно в определенных пределах, называемых концентрационными пределами воспламенения. ***Минимальные и максимальные концентрации горючих газов в воздухе***, способные воспламеняться, называются соответственно нижним и верхним концентрационными предела­ми воспламенения.

***Энергия зажигания*** определяется минимальной энергией искры электрического разряда, воспламеняющей данную газовоздушную смесь. Величина энергии зажигания зависит от природы газа и концентрации. Наименьшее значение энергии зажигания газовоздушных смесей составляет десятые доли МДж. Энергия зажигания являет­ся одной из основных характеристик взрывоопасных сред при решении вопросов обеспечения взрывобезопасности электрооборудования и разработке мероприятий по предупреждению образова­ния статического электричества.

**Температура горения** — это температура продукта химиче­ской реакции при горении смеси без тепловых потерь. Она зави­сит от природы горючего газа и концентрации его смеси. Наибольшая температура горения для большинства горючих газов составляет 1600-2000 °С.

**Горение легковоспламеняющихся и горючих жидкост**ей происходит только в паровой фазе. Для воспламенения и горения жидкости необходимо, чтобы жидкость была нагрета до температуры, не меньшей, чем нижний температурный предел воспламенения. После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения.

***Температурой вспышки*** называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная вспыхивать от постороннего источника зажигания. При этом устойчивого горения жидкости не возникает.

***По температуре вспышки жидкости* делятся на:**

* легковоспламеняющиеся (ЛВЖ), температура вспышки которых не пре­вышает 45 °С (спирты, ацетон, бензин и др.)
* горючие (ГЖ), температура вспышки которых более 45 °С (масла, мазуты, гли­церин и др.).

***Температурой воспламенения*** называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой интенсивность ис­парения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение. Для ЛВЖ темпе­ратура воспламенения обычно на 1-5 °С выше температуры вспышки, а для ГЖ эта разница может достигать 30-35 °С.

**Паровоздушные смеси, также как и газовоздушные,** явля­ются взрывоопасными. Их взрывоопасность характеризуется па­раметрами, определяющими взрывоопасность газовоздушных сме­сей, — энергией зажигания, температурой горения, нормальной скоростью распространения пламени и др.

**Пожарная опасность твердых горючих веществ и материа­лов** характеризуется теплотворной способностью 1 кг вещества, температурами горения, самовоспламенения и воспламенения, скоростью выгорания и распространения горения по поверхности материалов.

**Пожаро- и взрывоопасные свойства пылей** определяются концентрациями пылевоздушной смеси, наличия источника за­жигания с достаточной тепловой энергией, размера пылинок и др.

В зависимости от значения нижнего концентрационного предела воспламенения **пыли подразделяются** на:

* взрывоопасные – относятся пыли с нижним концентрационным пределом воспламенения до 65 г/м3 (пыль се­ры, сахара, муки),
* пожароопасные – пыли с нижним пределом воспламенения выше 65 г/м3 (табачная и древесная пыль).

**Пожарную опасность веществ и материалов характеризуют** и такие свойства как склонность некоторых веществ и материалов к электризации и самовозгоранию при соприкосновении с возду­хом (фосфор, сернистые металлы и др.), водой (натрий, калий, карбид кальция и др.) и друг с другом (метан + хлор, азотная ки­слота + древесные опилки и т.д.).

**Пожарная опасность негорючих веществ и материалов** опре­деляется температурой, при которой они обрабатываются, воз­можностью выделения искр, пламени, лучистого тепла, а также потерей несущей способности и разрушением.

2.4 Категории производств по взрывопожароопасности

Взрыво и пожароопасность производства определяется тех­нологиями, в которых используются или могут образовываться вещества, материалы или смеси с определенными взрыво- и пожароопасными свойствами. Более высокую опасность представля­ют технологии, в которых используются вещества, способные об­разовывать взрывоопасные смеси с воздухом (горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пылевидные горю­чие материалы и т.п.).

Производства в зависимости от применяемых или хранимых на них материалов и веществ по взрыво- и пожароопасности под­разделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

**К категории А** относятся взрывоопасные производства, в ко­торых применяются горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа, а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, при котором избыточное давление взрыва в по­мещении превышает 5 кПа.

**К категории Б** относятся взрывоопасные производства, в ко­торых применяются горючие пыли или волокна, легковоспламе­няющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- и паро­воздушные смеси, при воспламенении которых в помещении раз­вивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа.

**К категории В** относятся пожароопасные производства, в которых используются 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, не относятся к категории А или Б.

**К категории Г** относятся производства, в которых исполь­зуются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, обработка которых сопровождается выделение лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы; жид­кости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируют­ся в качестве топлива.

**К категории Д** относятся производства, в которых исполь­зуются негорючие вещества и материалы, в холодном состоянии.

Категорирование производств по пожаровзрывоопасности имеет исключительно важное значение, так как в значительной степени позволяет определить требования к зданию, его конструкции и планировке; организацию пожарной охраны и ее техни­ческую оснащенность, требования к режиму и эксплуатации.

2.5 Меры пожарной защиты зданий и сооружений

Пожарная безопасность зданий и сооружений в значительной мере определяется возгораемостью строительных материалов и конструкций, размерами зданий, их расположением, а также огнестойкостью.

По возгораемости строительные конструкции подразделяются на:

* негорючие, которые под воздействием огня или высоких температур не возгораются и не обугливаются (бетон, кирпич, металлы);
* трудногорючие, которые способны возгораться и продолжать гореть только при постоянном воздействии постороннего источника зажигания (древесина, пропитанная или покрытая ог­незащитным составом);
* горючие, которые способны самостоятельно гореть после удаления источника зажигания (лесоматериалы, битум и др.).

К числу основных характеристик строительных конструкций относится огнестойкость и размеры распространения по строительным конструкциям огня.

**Огнестойкость** определяется как способность строительных конструкций сопротивляться воздействию высокой температуры в условиях пожара и выполнять при этом свои обычные эксплуа­тационные функции.

К противопожарным мероприятиям на промышленных предприятиях и в зданиях, применяемых с целью ограничения распространения и расширения пожара, относятся:

* зонирование территории предприятия;
* устройство противопожарных разрывов;
* устройство различных противопожарных преград (брандмауэры, перегородки, двери, ворота, люки, тамбуры, шлюзы, противопожарные зоны, водяные завесы и др.).

**Зонировавание территории** предполагает группирование про­изводственных объектов предприятия, родственных по функцио­нальному назначению и признаку пожарной опасности в отдель­ные комплексы. С учетом рельефа местности и розы ветров объекты с повышенной пожарной опасностью располагают с под­ветренной стороны по отношению к объектам с меньшей пожар­ной опасностью.

**Противопожарные разрывы** между зданиями устанавливают для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое. При их определении учитывают степень огнестойкости зданий.

**Противопожарная преграда** в виде брандмауэра представляет собой глухую негорючую стену с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч, пересекающую здание вдоль или поперек.

Брандмауэр устанавливается на фундамент здания и возвы­шается над кровлей, препятствуя распространению огня при по­жаре.

**Противопожарные зоны** устраивают в тех случаях, когда по каким-либо причинам устройство брандмауэра невозможно. Она представляет собой негорючую полосу покрытия шириной 6 м, пересекающую здание по всей длине или ширине. Предел огнестойкости несущих конструкций противопожарных зон дол­жен составлять 4 ч, а перекрытий — 2ч.

**При проектировании зданий** предусматриваются пути эва­куации людей: эвакуационные выходы, пожарные лестницы, огнестойкие лестничные клетки, специальные балконы, площадки и переходы.

**Для исключения пожарной опасности электрических све­тильников и осветительных установок** их выбор производится, исходя из условий, в которых они будут эксплуатироваться. Лам­пы накаливания в пожарном отношении более опасны (температура поверхности колб достигает 500 °С, чем газоразряд­ные лампы 40-50 °С). Светильники могут быть открытые, защи­щенные (лампы закрыты стеклянным колпаком), пыленепрони­цаемые и взрывозащитные.

2.6 Средства и методы пожаротушения

К **ос­новным методам тушения загораний** относятся следующие:

* охлаж­дение поверхности горения;
* изоляция горючего вещества от зоны горения;
* понижение концентрации кислорода в зоне горения;
* за­медление или полное прекращение реакции горения химическим пу­тем (ингибирование);
* подавление горения взрывом.

Наиболее распространенным и высокоэффективным огнегасительным веществом является вода.

Для тушения жидких, твердых и газообразных веществ, особенно в закрытых помещениях и в условиях открытого горения на небольших площадях применяется водяной пар.

Для тушения пожаров широко используются газы: углекис­лый газ, азот, газы или легкоиспаряющиеся жидкости на основе галоидированных углеводородов и др.

Широкое применение для тушения ЛВЖ, ГЖ и твердых го­рючих веществ и материалов получили химические и воздушно-механические пены; порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия. Они являются единственным средством тушения щелоч­ных металлов и металлоорганических соединений (кроме песка, земли и флюсов).

Для тушения небольших горящих поверхностей применяют­ся различного рода покрывала (асбестовые полотна, брезент, кошма и др.), а также сухой, чистый и просеянный песок. При забрасывании ими горящего предмета происходит поглощение теп­ла и изоляция горящей поверхности от кислорода воздуха.

Для подачи воды на тушение пожаров используют противопожарные водопроводы, устраиваемые на промышленных пред­приятиях и в населенных пунктах.

Для наружного тушения пожара вода чаще всего подается при помощи насосов, установленных на пожарных автомобилях. Для обеспечения тушения пожаров (в начале его возникно­вения) в большинстве производственных и общественных зданий, а также в жилых высотой 12 этажей и выше на внутренней водо­проводной сети устанавливают пожарные краны в коридорах или лестничных клетках на высоте 135 см от уровня пола.

Наиболее эффективным способом тушения пожаров являет­ся применение устройств и установок для автоматического туше­ния.

Применяемые средства пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его тушение.

**Средства пожаротушения** подразделяются на первичные, стационарные и передвижные.

***К первичным средствам*** относятся огнетушители, гидропом­пы (поршневые насосы), ведра, бочки с водой, ящики с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, кошмы и т.п.

Огнетушители бывают химические пенные (ОХП-10, ОП-5, ОХПВ-1О и др.), воздушно-пенные (ОВП-5, ОВП-10), углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8), углекислотно-бромэтиловые (ОУБ-3, ОУБ-7), порошковые (ОПС-6, ОПС-10).

***Стационарные противопожарные установки*** представляют собой неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование, которые предназначаются для подачи огнегасительных веществ в зону горения.

***Передвижные установки*** в виде насосов для подачи волы и других огнегасительных веществ к месту пожара монтируются на пожарных машинах. К пожарным машинам относятся пожарные автомобили, автоцистерны, автонасосы, мотопомпопы, пожарные поезда, теплоходы и т.д.

2.7 Пожарная сигнализация

Пожарная сигнализация применяется для своевременного оповещения о времени и месте пожара и принятия мер по его ли­квидации.

**Системы пожарной сигнализации** состоят из пожарных извещателей (датчиков), линий связи, приемной станции, откуда сигнал о пожаре может передаваться в помещения пожарных ко­манд, и т.п.

**Электрическая пожарная сигнализация** в зависимости от схемы соединения извещателей с приемной станцией подразде­ляется **на лучевую и кольцевую или шлейфную.**

При **лучевой схеме** от приемной станции к каждому извещателю подводится отдельная проводка, называемая лучом.

При **кольцевой (шлейфной) схеме** все извещатели подсоеди­няются последовательно в один общий провод, оба конца которого подводятся к приемной станции. На крупных объектах в прием­ную станцию может включаться несколько таких проводов или шлейфов, а в один шлейф может быть включено до 50 извещателей.

Пожарные извещатели могут быть **ручные** (кнопки, уста­новленные в коридорах или лестничных клетках) и **автоматиче­ские,** которые преобразуют неэлектрические физические величи­ны (излучение тепловой и световой энергии, движение частиц дыма и др.) в электрические сигналы определенной формы, пере­даваемые по проводам на приемную станцию.

Извещатели подразделяются на параметрические, в которых неэлектрические величины преобразуются в электрические, и ге­нераторные, в которых изменение неэлектрической величины вы­зывает появление собственной электродвижущей силы (ЭДС).

**По принципу действия извещатели** могут быть тепловые (биметаллические, термопарные, полупроводниковые и др.), све­товые, дымовые, ультразвуковые, комбинированные и т.п.

2.8 Организация пожарной безопасности на предприятии

Основным документом, регулирующим деятельность по обеспе­чению пожарной безопасности, является **Закон Республики Бела­русь «О пожарной безопасности»,** введенный в действие Постанов­лением Верховного Совета Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2404-Х 11 с изменениями и Дополнениями 3 мая 1996 г. № 440-XII и 13 ноября 1997 г. № 87-3. Он определяет правовую основу и принципы организации системы пожарной безопасности и государ­ственного пожарного надзора, действующих в целях защиты от по­жаров жизни и здоровья людей, национального достояния, всех ви­дов собственности и экономики Республики Беларусь.

В соответствии **со статьей 17** Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» руководители и другие должностные лица организаций независимо от форм собственности:

* обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требовании строи­тельных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации подведомственных им объектов;
* организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию;
* предусматривать необходимые средства на содержание пожарной охраны, приобретение средств пожаротушения;
* назначать лиц, ответственных за пожарную безопасность в структурных подразделениях.

Кроме закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» обязанности руководителей и должностных лиц предприятий изло­жены в **Правилах пожарной безопасности.**

В соответ­ствии с требованиями раздела 1 «Общих правил пожарной безопас­ности Республики Беларусь для промышленных предприятий» ППБ РБ **руководители предприятий или лица, их заменяю­щие, а также владельцы несут персональную ответственность за обеспечение пожарной безопасности.**

Ответственность за выполне­ние правил пожарной безопасности **структурными подразделениями в отдельных производственных и складских помещениях несут их руководители или лица, их заменяющие**. Инженерно-технические работники, рабочие и служащие несут персональную ответственность за выполнение правил пожарной безопасности в части, касающейся их профессиональной деятельно­сти, что должно быть отражено в их должностных инструкциях, функциональных обязанностях.

Ответственных за пожарную безопасность отдельных террито­рий, зданий, сооружений, а также технологического и инженерного оборудования определяет руководитель предприятия своим прика­зом (распоряжением).

На предприятиях со всеми вновь поступающими на работу должен проводиться противопожарный инструктаж, а на произ­водстве с повышенной пожарной опасностью, кроме этого, заня­тия по пожарно-техническому минимуму.

Согласно требованиям ППБ РБ ***работники предприятий обязаны:***

* знать и выполнять на производстве требования пожарной безо­пасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
* выполнять меры предосторожности при проведении работ с лег­ковоспламеняющимися и горючими жидкостями, другими пожаро­опасными материалами и оборудованием;
* знать характеристики пожарной опасности применяемых или производимых веществ и материалов;
* в случае обнаружения пожара сообщать о нем в пожарную служ­бу и принимать возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

Для каждого производства или объекта на основе типовых правил пожарной безопасности промышленных предприятии разрабатываются противопожарные инструкции.

Вся профилактическая работа в области пожарной безопас­ности на предприятии возлагается на **пожарно-техническую ко­миссию**, которая на основании анализа состояния противопожар­ного режима, выявления технологических нарушении и недостатков разрабатывает противопожарные мероприятия.

В **состав комиссии** входят: главный инженер (председатель), начальник по­жарной охраны объекта, энергетик, технолог, механик, инженер по охране труда и другие специалисты.

Задачи пожарно-технической комиссии:

* выявление нарушений и недостатков технологических режимов, которые могут привести к возникновению пожаров,
* раз­работка мероприятий по их устранению,
* содействие органам по­жарного надзора в их работе по созданию строгого противопожар­ного режима,
* организация массово-разъяснительной работы среди персонала.

На предприятиях создаются также **добровольные пожарные дружины**, занимающиеся предупреждением пожаров в цехах и на своих рабочих участках и имеющие на случай пожаров боевые рас­четы, оснащенные пожарной техникой.

2.9 Пожарный надзор на объектах

Разработка противопожарных мер и контроль за их осуществле­нием, организация профилактического противопожарного режима на действующих предприятиях, привлечение широких кругов об­щественности к предупреждению и тушению пожаров составляют систему Государственного пожарного надзора.

**Основными функциями Госпожнадзора** являются:

* разработка и согласовывание противопожарных норм, правил, технических условий для вновь строящихся и реконструируемых объектов различного назначения, а также правила пожарной безо­пасности действующих объектов;
* контроль соблюдения проектными и строительными организа­циями противопожарных норм, технических условий и правил при проектировании, строительстве новых и реконструкции сущест­вующих объектов, зданий и сооружений;
* непосредственный надзор за противопожарным состоянием дей­ствующих объектов народного хозяйства, жилых и общественных зданий и соблюдением в них противопожарного режима;
* учет и анализ причин пожаров;
* ведение пропаганды по вопросам борьбы с пожарами;
* административная работа, дознание по делам о пожарах и нару­шениях пожарной безопасности.

**В своей работе органы Госпожнадзора пользуются:**

* прежде всего методами разъяснений и убеждений,
* однако они вправе налагать штрафы на нарушителей противопожарного режима,
* производить необходимые действия в качестве органов дознания для выявления виновников пожара или виновных в неудовлетворительном проти­вопожарном состоянии объекта,
* вправе приостановить частично или полностью деятельность объекта, находящегося в пожароугрожаемом состоянии.

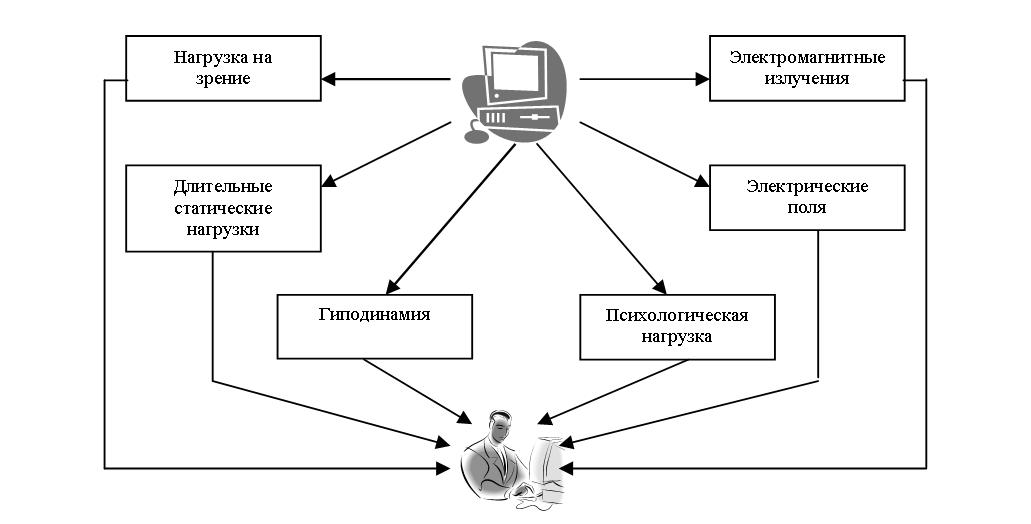
3 **ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ РАБОТЕ НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ**

Развитие и совершенствование компьютерной техники, ее неограниченные возможности позволили за несколько последних десятилетий прочно занять место как в трудовой, так и в других сферах жизнедеятельности людей.

Количество пользователей компьютерами растет изо дня в день. В связи с этим важно иметь представление об опасностях и вредностях, с которыми сопряжена деятельность пользователей современных электронно-вычислительных машин, особенно, персональных (ПЭВМ).

Негативное влияние на здоровье пользователей, прежде всего, выражается в повышенном зрительном напряжении, психологической перегрузке, длительном неизменном положении тела в процессе работы, а также воздействие некоторых физических факторов (электромагнитные излучения, статическое электричество, ультрафиолетовое и рентгеновское излучения), рис (16.1).

Указанные факторы могут явиться причиной заболевания органов зрения, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожных заболеваний, а также опухолей мозга и др. В наибольшей степени подвержены этим опасностям детский организм и беременные женщины. Симптомокомплекс психофизиологических реакций организма пользователей при длительной работе с ПЭВМ принято называть компьютерной болезнью или синдромом стресса оператора дисплея. Согласно данным американских исследователей примерно половина пользователей ПЭВМ жалуются на проявления этой болезни.

Рис.16.1 Опасные и вредные факторы, воздействующие на пользователей ПЭВМ

Важнейшее значение в возникновении зрительного перенапряжения имеет качество более двадцати визуальных параметров изображения на дисплее. Поэтому выполнение требований, установленных действующими стандартами к ним имеет первостепенное значение в профилактике ухудшения зрения пользователей ПЭВМ.

Визуальные эргономические параметры видеодисплеев (ВДТ) и пределы их изменений, в которых должны быть установлены оптимальные и допустимые диапазоны значений, приведены в таблице 16.1.

Таблица 16.1 - Визуальные эргономические параметры ВДТ и пределы их изменений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметров | Пределы значений параметров | |
| не менее | не более |
| Яркость знака (яркость фона), кg/м2 (измеренная в темноте) | 35 | 120 |
| Внешняя освещенность экрана, лк | 100 | 250 |
| Угловой размер экрана, угл.мин. ( α )  α =arctg (h/2⋅l)  где h - высота знака; l - расстояние от знака до глаза наблюдателя | 16 | 60 |

При работе ВДТ уровни напряженности, плотности потока энергии электромагнитных полей (ЭМП), напряженности электростатического поля не должны превышать допустимых значений, приведенных в таблице 16.2.

Таблица 16.2 - Допустимые значения параметров электромагнитных излучений

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Допустимые значения |
| Напряженность ЭМП (электрическая составляющая Е):  диапазон частот 5Гц –2кГц  диапазон частот 2-400 кГц | 25,0 В/м  2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока:  диапазон частот 5Гц-2кГц  диапазон частот 2-400 кГц | 250 нТл  25,0 нТл |
| Напряженность электростатического поля | 15,0 кВ/м |

Допустимые уровни напряженности (Е) и плотности потока энергии (ППЭ) ЭМП, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», беспроводными системами передачи информации на расстояния в зависимости от рабочей частоты изделия, не должны превышать значений, приведенных в таблице 16.3.

Таблица 16.3 - Допустимые уровни Е и ППЭ электромагнитных полей дополнительных систем и изделий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазон частот | 0,3-300 кГц | 0,3-3,0 МГц | 3,0-30,0 МГц | 30,0-300 МГц | 0,3-300ГГц |
| Допустимые уровни | 25 В/м | 15 В/м | 10 В/м | 3 В/м | 10 мкВт/см2 |

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты (50 Гц), создаваемые монитором, системным блоком, клавиатурой, изделием в целом не должны превышать 0,5 кВ/м.

Допустимые уровни напряженности электростатического поля, создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», изделием в целом не должны превышать 15,0 кВ/м.

Интенсивность ультрафиолетового излучения от экрана видеомонитора не должна превышать в диапазоне 0,28 – 0,315 мкм 0,1⋅10-3  Вт/м2; в диапазоне 0,15-0,4 мкм – 0,1 Вт/м2 . Излучение в диапазоне – 0,2-0,28 мкм не допускается.

Уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения не должен превышать на расстоянии 0,5 м от экрана и частей корпуса ВДТ не должен превышать 7,74⋅10-12А/кг, что соответствует мощности эквивалентной дозы, равной 100 мкР/ч (0,03 мкР/с).

Компьютеры с жидкокристаллическим экраном не имеют источников мощного электромагнитного излучения и не наводят статического электричества. Однако при использовании блока питания возникает некоторое превышение уровня на частоте 50 Гц, поэтому рекомендуется работать больше с использованием аккумулятора.

Эффективным средством защиты от излучений ПЭВМ с электронно-лучевой трубкой является применение дополнительного металлического внутреннего корпуса, замыкающегося на встроенный закрытый экран. Такая конструкция позволяет уменьшить электрическое и электростатического поле на расстоянии 7-8 см от корпуса до фоновых значений.

Во всех случаях для снижения уровня облучения монитор рекомендуется располагать на расстоянии не ближе 50 см от пользователя.

Установлено оптимальное наблюдение за экраном видеотерминала, не превышающее 2ч за смену и допустимое – до 3ч. Наблюдение свыше 3ч принято считать напряженностью первой степени, а свыше 4ч – напряженностью второй степени. Зрительная нагрузка больше этого времени не допускается.

Уровень глаз при вертикальном расположенном экране ВДТ должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия взора должна быть перпендикулярна центру экрана (рис.16.2а). При работе на клавиатуре необходимо соблюдать правильное положение рук оператора (рис.16.2б).

Согласно требованиям нормативных документов помещения с ВДТ и ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5%. Рекомендуемое расположение рабочих мест с компьютерами показано на рис.16.3.

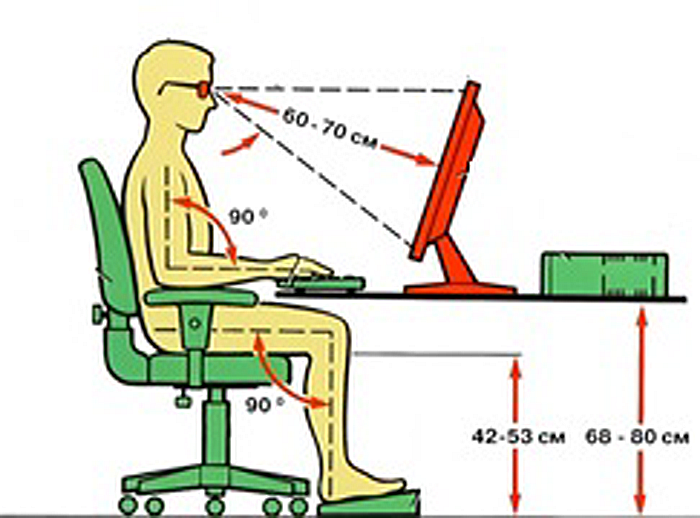


Рис.16.2. Правильная позиция оператора (а) и правильное

положение рук оператора при работе на клавиатуре (б).

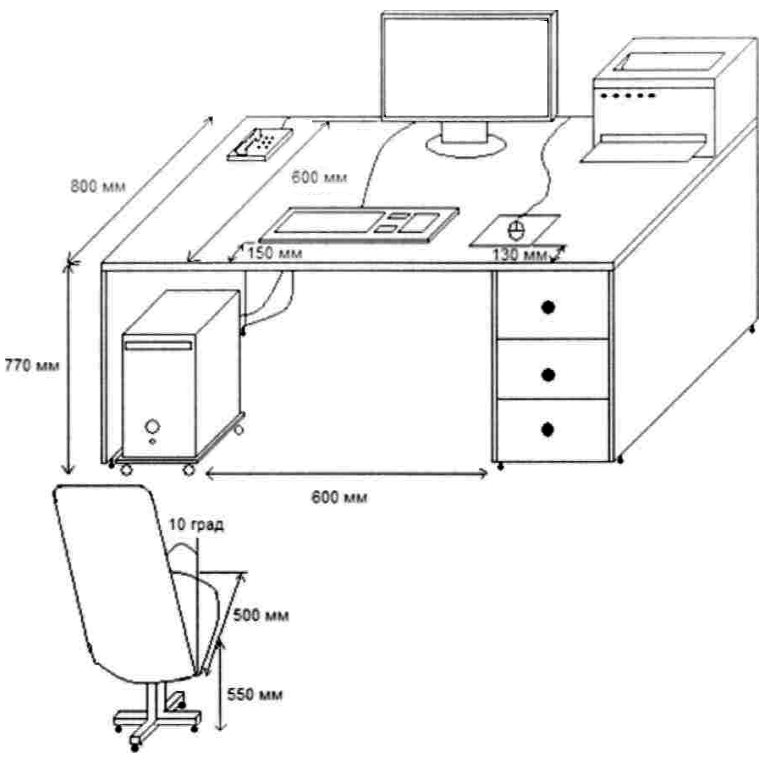


Рис.16.3. Рекомендуемое расположение рабочих мест с компьютерами..

Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 300-500 лк. Местное освещение, при этом, не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк. В компьютерных классах всех типов учебных заведений освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 400 лк (при люминесцентном освещении, а на экране ВДТ – 200 лк. Для освещения помещений с ВДТ и ПЭВМ следует применять светильники серии ЛП036 с зеркализованными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Расположение рабочих мест для пользователей ВДТ и ПЭВМ в подвальных помещениях не допускается.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ должна составлять не менее 6,0 м2, а объем – не менее 20,0 м3 (в учебных заведениях не менее 18 м3).

Минимальная площадь одного рабочего места для взрослых пользователей и обучающихся учреждений профессионально-технического, среднего специального и высшего образования с использованием ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ на базе ЭЛТ может составлять не менее 4,5 м2 при следующих условиях:

-отсутствие на рабочем месте периферийных устройств (принтер, сканер и другое);

-продолжительность работы должна составлять не более 4 часов в день.

Площадь одного рабочего места для пользователей ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные и другое) должна составлять не менее 4,5 м2.

Помещения с ПЭВМ должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Поверхность пола должна быть ровной, нескользкой, удобной для влажной уборки и обладать антистатическими свойствами.

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и другое) или связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б(температура воздуха 22-240С, относительная влажность 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с).

В помещениях, оборудованных ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы с ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ.

На возникновение и развитие компьютерной болезни большое влияние оказывает режим труда и отдыха (таблица 16.4).

Таблица 16.4 - Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочего дня (смены), вида и категории трудовой деятельности с видеодисплейными терминалами, электронно-вычислительными машинами и персональными электронно-вычислительными машинами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работы с видеодисплейными терминалами, электронно-вычислительными машинами и персональными электронно-вычислительными машинами | Уровень нагрузки за рабочий день (смену) при видах работ с видеодисплейными терминалами, электронно-вычислительными машинами и персональными электронно-вычислительными машинами | | | Суммарное время  регламентированных  перерывов, минут | |
| группа А,  количество знаков | группа Б, количество знаков | группа В, час | при 8-часовом рабочем дне (смене) | при 12-  часовом рабочем дне (смене) |
| I | до 20000 | до 15000 | до 2,0 | 30 | 70 |
| II | до 40000 | до 30000 | до 4,0 | 50 | 90 |
| III | до 60000 | до 40000 | до 6,0 | 70 | 120 |

Поэтому длительность работы преподавателей вузов в дисплейных классах не должна превышать 4ч в день, а максимальное время занятий для первокурсников – 2 ч в день, а студентов старших курсов – 3 академических часа при соблюдении регламентированных перерывов и профилактических мероприятий (упражнений для глаз, физкультминуток и физкультпауз).

# Модуль 4 Основы экологии

1 ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Научно-технический прогресс поставил перед человечеством ряд новых, весьма сложных проблем, с которыми оно до этого не сталкивалось вовсе, или проблемы не были столь масштабными. Среди них особое место занимают отношения между человеком и окружающей средой. В прошлом столетии на природу легла нагрузка, вызванная 4-кратным ростом численности населения и 18-кратным увеличением объема мирового производства.

Среди глобальных экологических проблем выделяют:

♦ изменение климата Земли;

♦ разрушение озонового слоя;

♦ трансграничный перенос вредных примесей и загрязнение воздушного бассейна;

♦ истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана;

♦ оскудение биологического разнообразия;

♦ загрязнение земель, разрушение почвенного покрова и др.

Изменения окружающей среды в начале XX ст. и прогноз на 2030 г. отражены в табл.1.

Таблица1

Изменения окружающей среды и ожидаемые тенденции до 2030 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | Тенденция нач. XX ст. | Сценарий 2030 г |
| 1 | 2 | 3 |
| Сокращение площади естественных экосистем | сокращение со скоростью 0,5—1,0 % в год на суше; к началу 90-х гг. их сохранилось около 40 % | сохранение тенденции, приближение к почти полной ликвидации на суше |
| Потребление первичной биологической продукции | Рост потребления: 40 % на суше, 25 % — глобальный (оценка 1985 г.) | Рост потребления: 80—85 % на суше, 50—60 % — глобальный |
| Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере | Рост концентрации парниковых газов от десятых долей процента до процентов ежегодно | Рост концентрации, ускорение роста концентрации СО2 и СН, за счет ускорения разрушения биоты |
| Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры над Антарктидой | Истощение на 1—2 % в год озонового слоя, рост площади озоновых дыр | Сохранение тенденции при прекращении выбросов ХФУ к 2000 г. |
| Сокращение площади лесов, особенно тропических | Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180 ± 20тыс. км2 (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению как 1:10 | Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9-11 млн. км2 сокращение площади лесов умеренного пояса |
| Опустынивание | Расширение площади пустынь (60 тыс. км3 в год), рост техногенного опустынивания, токсичных пустынь | Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопления поллютантов в почвах |
| Деградация земель | Рост эрозии (24 млрд. т еже годно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление | Сохранение тенденции, рос эрозии и загрязнения, сокращение сельскохозяйственных земель на душу населения |
| Повышение уровня океана | Подъем уровня океана на 1—2 мм в год | Сохранение тенденции, во можно ускорение подъем уровня до 7 мм/год |
| Стихийные бедствия, техногенные аварии | Рост числа на 5—7 %, рост ущерба на 5 —10 %, рост количества жертв на 6—12 % в год | Сохранение и усиление тенденций |
| Исчезновение биологических видов | Быстрое исчезновение биологических видов | Усиление тенденции по мере разрушения биосферы |
| Качественное истощение вод суши | Рост объемов сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентрации | Сохранение и нарастание тенденций |
| Накопление поллютантов в средах и организмах, миграция в трофических цепочках | Рост массы и числа поллютантов, накопленных в средах и организмах, рост радиоактивности среды, "химические бомбы" | Сохранение тенденций и возможное их усиление |
| Ухудшение качества жизни, рост заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды, в том числе генетических, появление новых болезней | Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; рост генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса | Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост заболеваний, связанных с экологическими нарушениями, в том числе генетических, расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней |

Генеральный секретарь ООН Кофи Аннан на встрече глав государств и правительств стран-членов ООН (сентябрь 2000 г.) представил доклад "Мы, народы: роль Организации Объединенных Наций в XXI веке". В докладе рассмотрены приоритетные стратегические области, которые встают перед человечеством в новом тысячелетии, и подчеркивается, что "задача обеспечить для последующих поколений экологически устойчивое будущее станет одной из самых сложных".

1.1 Глобальное потепление.

В результате изучения материалов метеорологических наблюдений во всех районах земного шара установлено, что климат подвержен определенным изменениям. Начавшееся в конце XIX в. потепление особенно усилилось в 20—30-х годах XX в., однако затем началось медленное похолодание, которое прекратилось в 60-е годы. Исследование геологами осадочных отложений земной коры показало, что в прошедшие эпохи происходили гораздо большие изменения климата. Поскольку эти изменения были обусловлены природными процессами, их называют *естественными.*

Наряду с естественными факторами на глобальные климатические условия оказывает все возрастающее влияние *хозяйственная деятельность человека.* Это влияние начало проявляться тысячи лет назад, когда в связи с развитием земледелия в засушливых районах стало широко применяться искусственное орошение. Распространение земледелия в лесной зоне также приводило к некоторым изменениям климата, так как требовало вырубки лесов на больших пространствах. Однако изменения климата в основном ограничивались изменениями метеорологических условий в нижнем слое воздуха в тех районах, где осуществлялись значительные хозяйственные мероприятия.

Во второй половине XX в. в связи с быстрым развитием промышленности и ростом энерговооруженности возникли перспективы изменения климата на всей планете. Современными научными исследованиями установлено, что влияние антропогенной деятельности на глобальный климат связано с действием нескольких факторов, из которых наибольшее значение имеют:

♦ увеличение количества атмосферного углекислого газа, атакже некоторых других газов, поступающих в атмосферу в ходе хозяйственной деятельности, что усиливает в ней парниковый эффект;

♦ увеличение массы атмосферных аэрозолей;

♦ возрастание количества вырабатываемой в процессе хозяйственной деятельности тепловой энергии, поступающей в атмосферу.

Наибольшее значение имеет первая из указанных причин антропогенного изменения климата. Рост концентрации углекислого газа в атмосфере определяется образованием СО2 в результате сжигания угля, нефти и других видов топлива. Кроме углекислого газа на парниковый эффект атмосферы может влиять увеличение примесей других газов — метана, оксида азота, озона, хлорфторуглеродов.

В отличие от газов, составляющих малые примеси в атмосферном воздухе, поступление углекислого газа в атмосферу столь велико, что прекращение этого процесса в ближайшие десятилетия представляется технически неосуществимым. Кроме того, объемы потребления энергии в развивающемся мире начинают быстро расти.

Постепенный рост количества СО2 в атмосфере уже оказывает заметное влияние на климат Земли, изменяя его в сторону потепления. Общая тенденция к повышению температуры воздуха, которая наблюдалась в XX ст., усиливается, что уже привело к повышению средней температуры воздуха на 0,5 oС.

В результате четырехкратного увеличения во второй половине XX в. объема выбросов углеродистых соединений атмосфера Земли стала нагреваться возрастающими темпами (рис. 21.1). Согласно прогнозам ООН, в XXI ст. средняя температура повысится еще больше — на 1,2—3,5 "С, что вызовет таяние ледников и полярных льдов, поднимет уровень Мирового океана, создаст угрозу для сотен миллионов жителей прибрежных районов и полностью затопит некоторые острова, обусловит развитие и других негативных процессов, прежде всего — опустынивания земель.

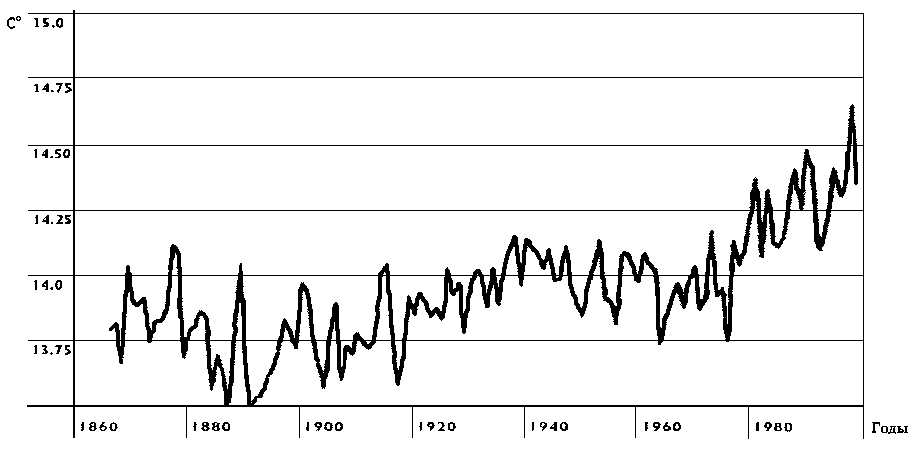


Рис.1. Изменение среднегодовой температуры воздуха в приземном слое Земли (1860—1998 гг.)

По мере усиления тенденций к потеплению погодные условия становятся более изменчивыми, а климатические стихийные бедствия — более разрушительными. Возрастает ущерб, наносимый стихийными бедствиями мировому хозяйству (рис. 21.2.). Лишь за один 1998 г. он превысил ущерб, нанесенный стихийными бедствиями за все 80-е годы прошлого столетия, десятки тысяч людей погибли и около 25 млн. "экологических беженцев" вынуждены были покинуть свои дома.

1.2 Проблема защиты атмосферы.

Она тесно соприкасается с проблемой изменения климата Земли. Одним из первых шагов мирового сообщества по ее разрешению было заключение ряда крупномасштабных международных соглашений.

С целью предотвращения антропогенного изменения климата в 1977 г. была подписана Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (конвенция бессрочная и не допускающая выхода из нее).

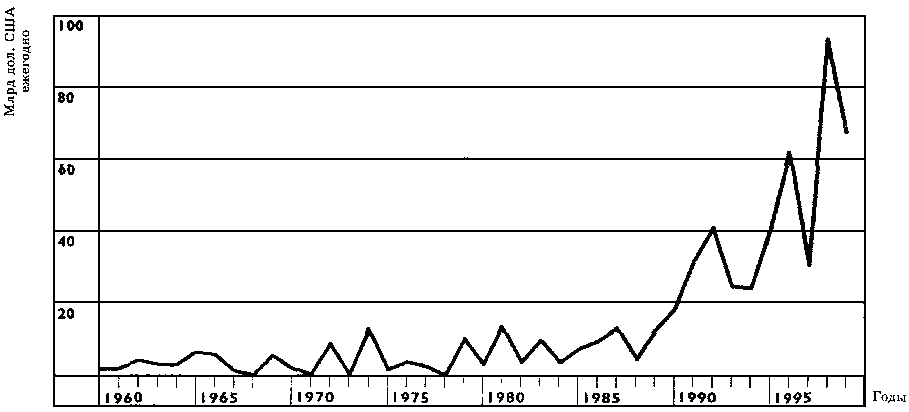


Рис. 2. Экономический ущерб, нанесенный стихийными бедствиями мировому хозяйству, 1960—1997 гг.

На международном правовом уровне *проблема охраны атмосферного воздуха* от загрязнения впервые была урегулирована в 1979 г. Под эгидой Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК) была заключена Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния — многостороннее соглашение, содержащее общие обязательства государств по контролю за загрязнением, обмену информацией о состоянии окружающей среды, взаимным консультациям, мониторингу атмосферного воздуха, оценке трансграничного воздействия. Впоследствии конвенция была дополнена протоколами по сокращению выбросов конкретных загрязняющих веществ в атмосферу:

— о сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков на 30 %;

— об ограничении выбросов окислов азота или их трансграничных потоков.

Дальнейшие активные усилия по снижению антропогенного воздействия на климат Земли мировое сообщество предприняло на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992), где была открыта для подписания Конвенция ООН об изменении климата, цель которой — добиться стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таких уровнях, которые не будут оказывать опасное воздействие на глобальную климатическую систему. Причем решение этой задачи предполагалось осуществить в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата и позволяющие избежать угрозы производству продовольствия, а также обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе.

Для ослабления угрозы глобального потепления необходимо в первую очередь сократить объем выбросов двуокиси углерода. Большинство этих выбросов возникает в результате сжигания ископаемого топлива, которое по-прежнему обеспечивает более 75 % мировой энергии. Быстро увеличивающееся число автомобилей на планете усиливает опасность дальнейшего объема выбросов. Стабилизация СО2 в атмосфере на безопасном уровне возможна при общем снижении (примерно на 60 %) объема выбросов "парниковых газов", вызывающих глобальное потепление. В этом может помочь дальнейшее развитие энергосберегающих технологий, более широкое использование возобновляемых источников энергии.

1.3 Разрушение озонового слоя Земли.

Основное количество озона образуется в верхнем слое атмосферы — стратосфере, на высотах от 10 до 45 км. Слой озона защищает все живое на Земле от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца. Поглощая это излучение, озон существенно влияет на распределение температуры в верхних слоях атмосферы, что в свою очередь оказывает влияние на климат.

Общее количество озона и его распределение в атмосфере является результатом сложного и до конца не изученного динамического равновесия фотохимических и физических процессов, определяющих его образование, разрушение и перенос. Примерно с 70-х годов XX ст. наблюдается глобальное уменьшение количества стратосферного озона. Над некоторыми районами Антарктики в сентябре—октябре значения общего содержания озона уменьшаются на 60 %, в средних широтах обоих полушарий уменьшение составляет 4—5 % за десятилетие. Истощение озонового слоя планеты ведет к разрушению сложившегося биогенеза океана вследствие гибели планктона в экваториальной зоне" угнетению роста растений, резкому увеличению глазных и раковых заболеваний, а также болезней, связанных с ослаблением иммунной системы человека и животных, повышению окислительной способности атмосферы, коррозии металлов и т.д.

Ф. Роулэнд и М. Молино (Беркли) обосновали принятую в настоящее время мировой общественностью точку зрения, что хлорфторуглероды (ХФУ) — инертные в обычных условиях вещества, — попадая в стратосферу и разрушаясь под действием ультрафиолетового излучения Солнца, выделяют свободный хлор, участвующий в каталитических реакциях разрушения озона. ХФУ широко используются в качестве газов-наполнителей в аэрозольных упаковках, при производстве мягких и твердых пенистых веществ, в качестве хладонов в холодильных установках и кондиционерах, в качестве растворителей — в промышленном производстве и т.п. Попадая в атмосферу, одна молекула такого инертного газа способна разрушить до 1000 молекул озона, а некоторые ХФУ могут сохраняться в атмосфере более 100 лет.

Выброс ХФУ в середине 70-х годов составлял 850 тыс. т, а к середине XXI ст. может достичь 1,7—3,7 млн. т в год.

В связи с усиливающимся разрушением озонового слоя перед мировым сообществом возникла сложная задача его защиты. В 1985 г. на Конференции по охране озонового слоя в Вене была принята многосторонняя Конвенция об охране озонового слоя Земли. Для осуществления в рамках Венской конвенции политических и экономических мер по защите стратосферного озона был разработан и принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1987). Протокол определяет перечень, порядок и нормы поэтапного снижения производства и потребления озоноразрушающих веществ.

В соответствии с Протоколом производство веществ, наносящих наибольший ущерб озоновому слою, было прекращено в развитых странах в 1996 г., а в развивающихся странах прогнозируется их прекращение к 2010 г. Если бы Протокол не был подписан, уровни веществ, разрушающих озоновый слой, были бы сейчас в пять раз выше ныне существующих.

Истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана. За период с 1900 г. по 1995 г. потребление пресной воды в мире увеличилось в шесть раз, что более чем в два раза превышает темпы прироста населения. Уже сейчас почти одна треть мирового населения проживает в странах, где потребляемый объем воды на 10 % превышает общий объем имеющихся запасов. Если нынешние тенденции сохранятся, то к 2025 г. в условиях дефицита будут проживать каждые два из трех жителей Земли.

Основным источником обеспечения человечества пресной водой являются в целом активно возобновляемые поверхностные воды, которые составляют около 39 000 км3 в год. Еще в 70-е годы эти огромные ежегодно возобновляемые ресурсы пресной воды обеспечивали на одного жителя земного шара в среднем около 11 тыс. м3, в 80-е годы обеспеченность водными ресурсами на душу населения снизилась до 8,7 тыс. м3/год, а к концу XX ст. — до 6,5 тыс. м3/год. С учетом прогноза роста численности населения Земли к 2050 г. (до 9 млрд. чел.) обеспеченность водой упадет еще до 4,3 тыс. м3/год. Человечество настораживает довольно резкое (почти в 2 раза) падение обеспеченности пресной водой в конце XX ст.

Вместе с тем, необходимо учитывать, что приведенные средние данные носят слишком обобщенный характер. Неравномерность распределения населения и водных ресурсов по земному шару приводит к тому, что в некоторых странах ежегодная обеспеченность населения ресурсами пресной воды снижается до 1000—2000 м3/год (страны Южной Африки) или повышается до 100 тыс. м3/год (Новая Зеландия). В таких обильных водой и малонаселенных районах, как Аляска, Гвиана, обеспеченность водными ресурсами на душу населения даже превышает 2 млн. м3. Сказываются также колебания речного стока во времени, когда в некоторых странах в маловодные годы ресурсы пресных вод уменьшаются в 3—4 раза; в отдельных районах Северной и Восточной Африки не бывает дождей в течение нескольких лет, и реки пересыхают.

Подземные воды обеспечивают потребности одной трети населения Земли. Особую озабоченность человечества вызывает их нерациональное использование и методы эксплуатации. Добыча подземных вод во многих регионах земного шара ведется в таких объемах, которые значительно превышают способность природы к их возобновлению. Это широко распространено на Аравийском полуострове, в Индии, Китае, Мексике, странах СНГ и США. Отмечается падение уровня подземных вод на 1—3 м в год.

В некоторых регионах мира происходит острейшая конкурентная борьба между государствами за водные ресурсы для орошения и производства электроэнергии, которая, по всей вероятности, еще более обострится с ростом численности населения. Сегодня от нехватки воды наиболее сильно страдают Ближний Восток и Северная Африка, однако к середине XXI в. к ним присоединятся и страны Африки к югу от Сахары, поскольку за это время их население увеличится в два или даже в три раза.

*Охрана количества водных ресурсов* непосредственно связана с разработкой стратегии водопользования на национальном и местных уровнях. На первый план ставится задача всемерного уменьшения расходования воды на единицу сельскохозяйственной промышленной продукции. ООН видит необходимость проведения в сельском хозяйстве "голубой революции", цель которой состоит в увеличении отдачи сельскохозяйственного производства на единицу расходуемых водных ресурсов при более эффективном управлении водным хозяйством. Текущие тенденции и грядущие кризисы в области водных ресурсов достаточно глубоко изучаются наукой; найдены многие технические решения, которые на данном этапе экономически слабо обоснованы и требуют больших затрат.

Гораздо более многоплановую и сложную задачу представляет *охрана качества водных ресурсов.* Использование воды для хозяйственных целей также является одним из звеньев круговорота воды. Но антропогенное звено круговорота существенно отличается от естественного тем, что лишь часть использованной человеком воды в процессе испарения возвращается в атмосферу. Другая ее часть, особенно при водоснабжении городов и промышленных предприятий, сбрасывается обратно в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства. Этот процесс продолжается в течение тысячелетий. С ростом городского населения, развитием промышленности, использованием в сельском хозяйстве минеральных удобрений и вредных химических веществ загрязнение поверхностных пресных вод стало приобретать глобальные масштабы.

Наиболее серьезную и насущную проблему представляет то обстоятельство, что более чем у 1 млрд. человек отсутствует доступ к безопасной питьевой воде, а половина населения земного шара не имеет доступа к надлежащим санитарно-гигиеническим услугам. Во многих развивающихся странах реки, протекающие через крупные города, представляют собой сточные канавы, и это создает опасность для здоровья населения.

Согласно подсчетам, причинами 80 % всех заболеваний вразвивающихся странах является отсутствие безопасной воды и плохие санитарно-гигиенические условия. Каждый год из-за этого умирают более 5 млн. человек, более половины из жертв — дети. Ничто не внесет больший вклад в сокращение заболеваемости и в спасение жизни людей в развивающихся странах, как обеспечение населения безопасной водой и надлежащими санитарно-гигиеническими условиями.

До сознания людей необходимо довести масштабы и причины нынешних и грядущих кризисов в области водных ресурсов. В этой связи Международный форум по водным ресурсам, который состоялся в марте 2000 г., определил ряд реально достижимых целей, касающихся водных ресурсов и санитарно-гигиенических условий.

*Мировой океан,* крупнейшая экологическая система планеты Земля, представляет собой акватории четырех океанов — Атлантического, Индийского, Тихого, Северного Ледовитого — со всеми взаимосвязанными прилежащими морями. Морская вода занимает 95 % объема всей гидросферы. Будучи важным звеном в круговороте воды, она обеспечивает питание ледников, рек и озер, а тем самым — жизнь растений и животных. Мировой океан играет огромную роль в создании необходимых условий жизни на нашей планете, его фитопланктон обеспечивает 50—70 % общего объема кислорода, потребляемого живыми существами.

Радикальные перемены в использовании ресурсов Мирового океана принесла научно-техническая революция. Она необычайно расширила глубину и диапазон научных исследований открыла путь к всеобъемлющему изучению океана, определи и обеспечила новые направления развития технологии морского хозяйства. Вместе с тем с НТР связаны и многие негативные процессы, и среди них — загрязнение вод Мирового океана. Катастрофически увеличивается загрязнение океана нефтью, химическими веществами, органическими остатками, захоронениями радиоактивных производств и др. По отдельным оценкам, Мировой океан поглощает главную часть загрязняющих веществ.

Международное сообщество активно ведет поиск путей эффективной охраны морской среды; в настоящее время существует более 100 конвенций, соглашений, договоров и других правовых актов. Международные соглашения регулируют различные аспекты, обусловливающие предотвращение загрязнения Мирового океана, среди них:

♦ запрещение или ограничение определенными условиями сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе нормальной эксплуатации (1954);

♦ предотвращение преднамеренного загрязнения морской среды эксплуатационными отходами с судов, а также частично от стационарных и плавучих платформ (1973);

♦ запрещение или ограничение захоронения отходов и других материалов (1972);

♦ предотвращение загрязнения или уменьшение его последствий в результате аварий и катастроф (1969, 1978).

В формировании нового международно-правового режима Мирового океана ведущее место занимает Конвенция ООН по морскому праву (1982), включающая комплекс проблем охраны и использования Мирового океана в условиях современной научно-технической революции. Конвенция провозгласила международный район морского дна и его ресурсы общим наследием человечества.

1.4 Разрушение почвенного покрова Земли.

Проблема земельных ресурсов в настоящее время стала одной из крупнейших глобальных проблем не только из-за ограниченности земельного фонда планеты, но и потому, что естественная способность почвенного покрова производить биологическую продукцию ежегодно уменьшается как относительно (в расчете на душу прогрессивно возрастающего мирового населения), так и абсолютно (за счет увеличения потерь и деградации почвы в результате деятельности самого человека).

Человечество за свою историю безвозвратно потеряло больше плодородных земель, чем их распахивается во всем мире (более 1,5 млрд. га), превратив когда-то продуктивные пахотные земли в пустыни, пустоши, болота, кустарниковые заросли, бедленды, овраги. Многие безжизненные пустыни мира — это результат деятельности человека. Процесс этих безвозвратных потерь продолжается и сейчас. По самым оптимистическим подсчетам специалистов ООН, почти 2 млрд. га земли подвержены вызываемой деятельностью человека деградации, что ставит под угрозу существование почти 1 млрд. человек. Основные причины этого — засоление почв в результате орошения, а также эрозия, вызванная чрезмерным выпасом, обезлесением, опустыниванием земель.

Эрозия почвы известна человеку давно, но особенное развитие она получила в современную эпоху в связи с интенсификацией земледелия, с многократным усилением нагрузки на почвенный покров.

Вторым по значению деградационным процессом, также широко распространенным во всем мире, является сложный комплекс различных неблагоприятных вторичных последствий орошаемого земледелия, среди которых особенно выделяются вторичное засоление, заболачивание почв. Увеличение в пахотном слое орошаемой почвы содержания солей до 1 % снижает урожай на одну треть, а при содержании в 2—3 % урожай погибает полностью.

Истощение пахотных и пастбищных почв, падение их плодородия происходит во всем мире в результате нерационального интенсивного их использования. Есть и другие деградационные процессы: заболачивание почв в районах достаточного или избыточного атмосферного увлажнения, уплотнение почв, техногенное их загрязнение. В мире каждый год дополнительно 20 млн. га сельскохозяйственных угодий становятся непригодными для возделывания сельскохозяйственных культур вследствие деградации почв или наступления городов. В то же время ожидается, что в течение следующих 30-ти лет спрос на продовольствие в развивающихся странах удвоится. Новые земли могут и будут осваиваться, однако это будет в основном происходить в зоне рискованного земледелия, где почвы в еще большей степени подвержены деградации.

Таким образом, перед человечеством встала реальная угроза его будущей глобальной продовольственной безопасности. Достижения в области сельскохозяйственной биотехнологии могут оказать помощь развивающимся странам, однако воздействие биотехнологии на экологию в полной мере не изучено, необходима дальнейшая научная разработка биобезопасности.

1.5 Сохранение биологического разнообразия.

Основным гарантом поддержания стабильных условий существования жизни на Земле является сохранение максимального биологического разнообразия, то есть всех возможных форм живых организмов всех сред обитания, включая наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются. Это понятие включает как внутривидовое разнообразие, так и межвидовое, а также разнообразие экосистем. Огромное разнообразие организмов на нашей планете — это необходимое условие поддержания нормального состояния и функционирования биосферы в целом. Видовая разнокачественность групп растений и животных, численность отдельных видов, биомасса определяют их роль в биотическом круговороте веществ и переносе энергии.

На протяжении эволюции одни виды вымирали, другие возникали и достигали своего расцвета и снова исчезали, а на смену им выступали новые. Этот процесс связан прежде всего с динамикой климата Земли и некоторыми геологическими процессами. В результате этого не только один вид сменялся другим, но изменялись и целые биотические сообщества. Однако это происходило необычайно медленно, на протяжении десятков миллионов лет. В период научно-технической революции главной силой, преобразующей растительный и животный мир, выступает человек.

Наиболее заметно сокращение лесной площади нашей планеты: за последние 300 лет уничтожено 66—68 % лесов и лесистость сократилась до 30 % . Рост численности населения и развитие мирового хозяйства постоянно поддерживают растущий глобальный спрос на лесную продукцию. В период 1990—1995 гг. в развивающихся странах в результате чрезмерной вырубки, трансформации под сельскохозяйственные угодья, болезней и пожаров было потеряно почти 65 млн. га лесных угодий. Особенно угрожающее положение сложилось в тропических лесах. При современной скорости их сведения в начале XXI ст. в некоторых регионах (Малайзия, Индонезия) леса могут полностью исчезнуть.

Одной из основных причин такого истощения лесных ресурсов является высокий спрос на древесину в промышленно развитых странах. В качестве альтернативы необходимо значительно повысить эффективность технологии производства лесоматериалов, в первую очередь бумаги, более широко использовать отходы и вторичные материалы, в целях экономии бумаги выпускать издательскую продукцию в электронном виде. Лесовосстановление обеспечит удовлетворение будущих потребностей в древесине и будет способствовать поглощению углеродистых соединений из атмосферы, замедляя тем самым процесс глобального потепления.

Кроме лесов в тщательной охране нуждаются и другие растительные сообщества, животный мир нашей планеты. Сохранение их биологического разнообразия имеет большое значение для многих видов хозяйственной деятельности, и прежде всего для сельского хозяйства, поскольку дикорастущие растения являются генетическим средством обеспечения устойчивости к болезням, засухе и засолению. Необходимо выделить также такую отрасль промышленности, как производство медицинских препаратов на растительной основе, что позволяет удовлетворять основные потребности в медицинской помощи более 3 млрд. человек.

Однако по мере того как растет осведомленность научных и коммерческих кругов о ценности растительных медицинских препаратов, увеличивается и угроза самим этим растениям. Согласно последним обследованиям, обобщенным специалистами ООН, около четверти миллиона видов растений, то есть каждый восьмой, находятся под угрозой исчезновения. Проблематичным является и выживание приблизительно 25 % всех видов млекопитающих и 11 % видов птиц. Продолжается истощение рыбных промысловых районов Мирового океана: за последние полвека рыбные уловы выросли почти в пять раз, при этом 70 % океанических промыслов подвергаются предельной либо запредельной эксплуатации.

Осознание непредсказуемой ценности биологического разнообразия, его значения для поддержания естественной эволюции и устойчивого функционирования биосферы привело человечество к пониманию угрозы, которую создает сокращение биологического разнообразия, происходящее в результате некоторых видов человеческой деятельности. Разделяя озабоченность мирового сообщества, Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992) среди других важнейших документов приняла Конвенцию о биологическом разнообразии. Основные положения конвенции направлены на рациональное использование природных биологических ресурсов и осуществление действенных мер по их сохранению.

2. АНТРОПОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.

2.1 Атмосфера, ее состав

Условием появления и развития жизни на Земле является атмосфера — окружающая Землю газовая среда, воздушный бассейн. По объему и составу образующих газов атмосфера Земли резко отличается от газовых оболочек других планет Солнечной системы.

Земная атмосфера простирается на высоту 1,5—2 тыс. км над уровнем моря или суши, то есть составляет около 1/3 радиуса нашей планеты. Ее суммарная масса определяется по силе давления на поверхность Земли и равняется 5,15 \* 1015 т.

Атмосферный воздух — это механическая смесь газов с взвешенными каплями воды, пыли, кристаллами льда и пр. Атмосферное давление и плотность с высотой убывают, и атмосфера без резкой границы постепенно переходит в космическое пространство.

Различают несколько основных слоев атмосферы. Нижний, прилегающий к земной поверхности, называется *тропосферой* (высота — 8—10 км у полюсов и 16—18 км — над экватором). Температура воздуха с высотой постепенно понижается — в среднем на 6°С на каждый километр высоты, что заметно проявляется не только в горных районах, но и на возвышенностях Беларуси. В тропосфере содержится до 80 % всей массы воздуха, основное количество атмосферных примесей и практически весь водяной пар. Именно в этой части атмосферы на высоте 10—12 км образуются облака, возникают грозы, дожди и другие физические процессы, формирующие погоду и определяющие климатические условия в разных областях нашей планеты.

Выше начинается *стратосфера,* которая простирается до высоты 50—55 км от поверхности океана или суши. Этот слой атмосферы значительно разрежен, количество кислорода и азота уменьшается, а водорода, гелия и других легких газов увеличивается. Образующийся здесь озоновый слой (экран) поглощает ультрафиолетовую радиацию и сильно влияет на тепловые условия поверхности Земли и физические процессы в тропосфере.

На высоте 55—80 км находится *мезосфера,* между 80—800 км расположена *термосфера,* в составе которой преобладают гелий и водород; часть молекул разлагается космическим излучением на атомы и ионы, температура на высоте 400 км достигает 1500 °С. Мезосфера и термосфера вместе образуют мощный слой, называемый ионосферой (область заряженных частиц — ионов и электронов).

Самая верхняя, сильно разреженная, часть атмосферы составляет *экзосферу.* В ней преобладают газы в атомарном состоянии, температура повышается до 2000°C. Газы экзосферы затем рассеиваются в межпланетном пространстве.

Наибольшее воздействие на жизнедеятельность человека и всех живых существ оказывает приземный слой атмосферы. Химический состав воздуха у поверхности Земли в нормальных условиях примерно следующий: азот — 78 %, кислород — 21 %, углекислый газ — 0,03 %, аргон — 0,93 %, неон, гелий, водород, озон, метан и другие газы — сотые доли процента. Именно такой состав атмосферы обусловил существование жизни на нашей планете. В течение суток человеку необходимо для дыхания примерно 13 *м3* воздуха. Человек может прожить без пищи 5 недель, без воды — 5 дней, без воздуха — 5 минут.

Самая важная для человека составная часть воздуха — кислород. В теле человека содержится около 65 % кислорода, и при его недостатке нарушается деятельность всех органов (прежде всего легких, сердца, головного мозга). Кислород необходим живым организмам для потребления в разнообразных реакциях окисления. Исключение составляют зеленые растения, с которыми атмосферный кислород находится в двустороннем взаимодействии.

Атмосфера оказывает благодатное воздействие на климат Земли, предохраняя ее от чрезмерного охлаждения и нагревания. Суточные колебания температуры на нашей планете без атмосферы достигли бы 200 *V:* днем +100 °С и выше, ночью -100 °С. Внастоящее время средняя температура воздуха у поверхности Земли равна +14 °С. Атмосфера пропускает тепловое излучение Солнца и сохраняет тепло, в процессе большого кругооборота она играет роль переносчика влаги на Земле, является средой распространения света и звука. Изменение сложившихся физических и химических свойств атмосферы может отрицательно сказаться на здоровье людей, их работоспособности, продолжительности жизни.

Атмосферный воздух широко используется как природный ресурс в народном хозяйстве. Из атмосферного азота производятся минеральные азотные удобрения, азотная кислота и ее соли. Аргон и азот применяются в металлургии, химической и нефтехимической промышленности (для осуществления ряда технологических процессов). Из атмосферного воздуха получают также кислород и водород.

2.2 Основные источники и виды загрязнения воздушного бассейна

Важнейшей характеристикой воздушного бассейна является его качество, так как нормальная жизнедеятельность людей требует не просто воздуха, но воздуха определенной чистоты. От качества воздуха зависят здоровье людей, состояние растительного и животного мира, прочность и долговечность любых конструкций зданий и сооружений. В процессе антропогенной деятельности атмосфера подвергается изъятию газовых элементов, загрязнению газовыми примесями и вредными веществами, нагреванию и самоочищению. *Привнесение в воздушную среду каких-либо новых веществ, не характерных для нее, называется загрязнением.*

Особенно острой проблема загрязнения атмосферы стала во второй половине XX в., то есть в период научно-технической революции, характеризующейся чрезвычайно высокими темпами роста промышленного производства, выработкой и потреблением электроэнергии, выпуском и использованием в большом количестве транспортных средств. В итоге отмечается изменение газового состава атмосферы: рост концентрации некоторых ее компонентов (углекислого газа — на 0,4 % , метана — на 1 % , закиси азота — на 0,2 % и др.) и появление новых загрязняющих веществ.

Загрязнение атмосферного воздуха может быть локальным, региональным и глобальным. Масштабы загрязнения связаны смощностью выброса и характером воздушных потоков. *Локальное загрязнение* обусловлено одним или несколькими источниками выбросов, зона влияния которых определяется, главным образом, изменчивой скоростью и направлением ветра. Под *региональным загрязнением* понимается загрязнение атмосферного воздуха на территории в сотни километров, которая находится под воздействием выбросов крупных производственных комплексов. *Глобальное загрязнение,* распространяется на тысячи километров от источника загрязнения и нередко смыкается в пределах всего земного шара. Это относится, прежде всего, к Северному полушарию планеты.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются природные, производственные и бытовые процессы. *Естественное,* или *природное, загрязнение* происходит за счет естественных факторов: пылевых бурь, извержения вулканов, выдувания почв, лесных пожаров, различных продуктов растительного, животного или микробиологического происхождения.

*Производственное загрязнение* образуется в результате деятельности промышленных, сельскохозяйственных, строительных предприятий и при работе различных видов транспорта. На территории Беларуси основные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух связаны с работой автомобильного транспорта (три четверти всех выбросов), промышленных предприятий и строительного комплекса. За период 1990—1999 гг. в результате усиления контроля за выбросами, увеличения доли природного газа в топливно-энергетическом балансе страны, спада производства в ряде отраслей промышленности произошло снижение объёма выбросов от стационарных источников в3,1 раза.

Источники загрязнения анализируются по отраслям, а также по ингредиентам (составу загрязняющих веществ). В глобальном масштабе наиболее крупными загрязнителями являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, химия и нефтехимия, промышленность строительных материалов.

Тепловые электростанции, теплоэлектроцентрали и отопительные котельные потребляют более одной трети добываемого в мире топлива и занимают ведущее место среди других отраслей промышленности по загрязнению воздушного бассейна окислами серы, азота и пылью. Вследствие техногенной деятельности человека увеличивается концентрация оксида и диоксида углерода в атмосфере. В форме продуктов сжиганиятоплива в атмосферу планеты ежегодно вносится 7 \* 1010 т. СО. В наибольшей степени загрязняют атмосферу опасными углеродными смесями пять стран, на долю которых приходится более половины всех выбросов в мире, это: США — 23 %, Китай — 13,9 %, Россия — 7,2 % , Япония — 5 % , Германия — 3,8 % . Если потребление минерального топлива будет возрастать, то это может обусловить нежелательные последствия для климата Земли, в частности, повышение температуры на 1,5—2°С.

Другие промышленные предприятия выбрасывают в воздушный бассейн свои специфические примеси. Так, с черной и цветной металлургиейсвязано образование в атмосфере огромного количества пыли, угарного газа, окислов азота и серы, фенола, формальдегида и многих других вредных веществ. Быстрое развитие химической и нефтехимической промышленности ведет к образованию в атмосфере и на поверхности Земли большого количества стойких токсических кислот. Машиностроение дает выбросы угарного газа, окислов азота, фенола, формальдегида, щелочей и других вредных веществ — спутников литейного, гальванического и красочного производств. В промышленности строительных материалов наиболее мощными выбросами вредной пыли отличаются предприятия по производству цемента.

Газообразные выбросы промышленных предприятий образует в атмосферном воздухе аэродисперсные системы и в результате турбулентного движения и других процессов долгое время удерживаются в воздухе. Дальность распространения загрязнений зависит от времени существования того или иного загрязнителя в воздухе и метеорологических условий, скорости и направления потоков в атмосфере, осадков и других процессов. Время пребывания в атмосфере углекислого газа составляет от одного до пяти лет, сернистого — до нескольких дней, твердых частиц — от нескольких секунд до нескольких месяцев и даже лет, в зависимости от их объемов и высоты источника. В результате выброса в атмосферу огромного количества двуокиси серы и окислов азота резко увеличилась кислотность выпадаемых осадков: дождей, снега, тумана. Кислотные осадки снижают урожай, губят растительность, уничтожают жизнь в пресных водоемах. Ветры, не знающие драниц, переносят кислотные осадки на огромные расстояния. По некоторым данным, 20 % кислотных осадков в Европе вызваны выбросами промышленности Северной Америки.

Среди отраслей промышленности Беларуси в конце XX ст. особо выделяется энергетика (на ее долю приходится 30—36 % от общего объема промышленных выбросов), топливная промышленность (в основном нефтеперерабатывающая) — 16, химическая и нефтехимическая — 6, машиностроение — 10, промышленность строительных материалов — около 9 %. В составе выбросов преобладают сернистый ангидрид (43 %), окислы углерода (20 %), окислы азота (11 %), твердые выбросы (10 %).

Оценка интенсивности выбросов (отношение массы выбросов к стоимости ВВП), проведенная в начале 90-х годов, показала, что, по сравнению с большинством индустриально развитых стран, предприятия Беларуси выбрасывали в атмосферу в 1,5 — 2,0 раза больше загрязняющих веществ (особенно SO2), но значительно меньше, чем другие страны Центральной и Восточной Европы. Эти более высокие, чем у соседей, экологические результаты получены благодаря следующим факторам: значению природного газа в топливно-энергетическом балансе страны; практически полному отсутствию электростанций, работающих на угле; относительно низкой доле угля в потребляемом топливе Жилищного сектора.

На загрязнении воздушного бассейна Земли сказывается и сельскохозяйственная деятельность человека. Вносимые в почву агрохимикаты распространяются в окружающую среду за счет выветривания и с почвенной влагой. Загрязнителями являются чаще всего пестициды, используемые для защиты сельскохозяйственных культур и леса от вредителей и болезней. Особенно возрастает влияние животноводства в связи со строительством крупных животноводческих комплексов. В результате в атмосферу поступают и распространяются на значительные расстояния аммиак, сероводород и другие газы с резким запахом.

Все более мощными загрязнителями воздушного бассейна выступают различные виды транспорта. Бурный рост автомобильного транспорта во многих странах мира обеспечил ему первое место по загрязнению окружающей среды. Автотранспорт — подвижный источник загрязнения, однако наиболее негативно его воздействие в городах. Автомобильные выхлопные газы представляют смесь примерно 200 веществ. Основными вредными примесями являются: оксиды углерода, азота, углеводороды, альдегиды, сернистые газы. Из-за неполного сгорания топлива в двигателе часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества. Весьма опасной составной частью выхлопных газов автомашин являются соединения, образующиеся при сгорании в двигателе тетраэтилсвинца, который добавляют к бензину. Выбросы угарного газа (СО), как и иных загрязнителей, в Беларуси, России, других странах СНГ во многом обусловлены низкими экологическими параметрами автомобилей.

Загрязнение воздушной среды железнодорожным транспортом происходит при использовании тепловозов, проведении погрузочно-разгрузочных работ. Серьезную опасность представляет авиация, так как работа реактивных двигателей связана с расходованием огромного количества кислорода. Запуск сверхмощных ракет нарушает целостность озонового слоя атмосферы и открывает доступ к Земле губительному ультрафиолетовому излучению Солнца. Околоземные слои атмосферы засоряются уже нефункционирующими космическими аппаратами.

Многие *бытовые процессы также ведут к загрязнению воз душной среды,* прежде всего — накопление, сжигание и переработкабытовых отходов. Канализационные системы, кухни, мусоропроводы, свалки являются источниками загрязнения атмосферы городов и других населенных мест. В большом городе заметно проявляется загрязнение воздуха его населением. Каждый человек ежедневно выдыхает около 10 м3 воздуха, насыщенного парами воды и содержащего около 4 % углекислогогаза. Поэтому в городе с пятимиллионным населением люди ежесуточно выделяют в атмосферу около 2 млн. м3 углекислого газа, 600 м3водяного пара.

Одним из результатов деятельности человечества в XX ст. явилось загрязнение атмосферы и других компонентов природы *радиоактивными элементами.* Радиоактивное загрязнение окружающей среды представляет собой увеличение естественного радиационного фона в результате использования человеком естественных и искусственных радиоактивных веществ.

Источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды явились, прежде всего, экспериментальные взрывы при испытаниях атомных и водородных бомб, различные производства, связанные с изготовлением ядерного оружия**,** а также ядерные реакторы и атомные электростанции, отходы атомных предприятий и установок. Различного рода повреждения и аварии атомных реакторов в Англии, Франции, Болгарии, Германии, США и в ряде других стран мира приводили к выбросам в окружающую среду. Крупнейшей катастрофой явился взрыв ядерного реактора на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Радиоактивное загрязнение воздушной среды такими летучимиэлементами, как цезий-137, стронций-90, плутоний распространилось по всей Европе. Самое большое пятно очень сильного загрязнения (более 40 Ки на 1 км2) находится в Беларуси — 2,6 км2, далее идут Украина — 0, 56 км - и Россия — 0,46 км2. В других странах Европы загрязнение не превышает 2 — 5 Ки на 1 км, такие пятна были обнаружены в Финляндии, Австрии, Швеции и Франции. По оценкам отдельных ученых, на рубеже нового тысячелетия население земного шара получает дополнительное облучение, вдвое большее, чем доза естественного радиационного фона.

Воздушная среда является распространителем таких специфических "загрязнителей", как шумы, инфразвук, вибрации, электромагнитные поля и ионизирующие излучения. Различают два вида шумов — воздушный и структурный. *Воздушный шум* распространяется в воздухе от источника возникновения до места наблюдения, *структурный шум* излучается поверхностями колеблющихся конструкций стен, перекрытий, перегородок зданий. В зависимости от физической природы шумы могут быть механического, аэродинамического, электромагнитного, гидродинамического происхождения. Воздушный шум проникает в помещения через закрытые или открытые окна, форточки, а также стены; вибрации передаются по грунту или трубопроводам, идущим к строительным конструкциям, колебания которых вызывают появление структурного шума. Возникающее при этом звуковое давление оказывает разрушительное воздействие на организм человека, особенно на его психику.

Шумовые характеристики транспортных средств на автомобильных магистралях крупных городов Беларуси составляют 70—85 дБ (децибел), трамвайных линий — от 71 до 80, железно-Дорожных потоков — от 60 до 75, вблизи аэропортов — до 105 дБ. На отдельных пригодных для заселения территориях, примыкающих к промышленным предприятиям г. Минска, уровни звукового давления достигают 100—120 дБ (допустимо 60 дБ). В целом в Минске более чем четвертая часть селитебной территории, на которой проживает около 30 % населения города, находится в зонах акустического дискомфорта.

2.3 Последствия загрязнения атмосферы

Атмосферные загрязнения оказывают многообразное вредное влияние на организм человека, животных, растения и микроорганизмы, вызывают глобальные изменения в биосфере, наносят ощутимый экономический ущерб.

Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха отражается, прежде всего, на здоровье людей. Многочисленными исследованиями доказано, что в промышленных центрах с высоким уровнем загрязнения воздуха резко возрастает количество заболеваний, особенно среди людей старшего возраста и детей, повышается смертность, Взвешенные частицы дыма и сажи поглощают солнечный свет, при этом теряется значительная часть ультрафиолетовых лучей, представляющих наибольшую ценность для здоровья людей и животных. Ультрафиолетовая недостаточность часто становится причиной заболеваний рахитом и авитаминозом. Загрязненный воздух вызывает раздражения и болезни дыхательных путей — бронхит, эмфизему, астму.

Особенно опасны воздействия на человека канцерогенных веществ, которые способствуют развитию раковых и других опухолевых образований. Канцерогенные вещества образуются врезультате частичного синтеза при неполном сгорании топлива. Их источниками являются выхлопные газы автотранспорта, авиации, промышленные отходы при сжигании твердого и жидкого топлива, газы, образующиеся в процессе переработки нефти.

Через атмосферныйвоздух распространяются радиоактивныезагрязнения. Наибольшей биологической активностью обладают рентгеновские и гамма-лучи. Большую опасность для здоровья человека представляет стронций, который накапливается в костной ткани, в результате развиваются рак, белокровие идругие заболевания.

Признаки и последствия действий загрязнителей воздуха на организм человека большей частью выражаются в ухудшении общего состояния здоровья: появляются головные боли, тошнота, чувство слабости, снижается или теряется трудоспособность, сопротивляемость организма инфекциям. Неприятные запахи, запыленность, шумы и другие загрязнители воздушной среды вызывают ощущение дискомфорта, что психологически отрицательно воздействует на людей.

Животные так же, как и человек, подвергаются влиянию загрязнения воздушного бассейна. Находящиеся в атмосфере и выпадающие из нее вредные вещества поражают животных через дыхательные органы и проникают в организм вместе со съедаемыми запыленными растениями. Под влиянием острых и хронических отравлений животные болеют, теряют аппетит и массу; известны случаи падежа скота и диких животных. Происходят генетические преобразования, которые вызывают наследственные изменения, особенно под воздействием радиоактивного загрязнения. Загрязнители атмосферы взаимодействуют с естественными элементами биосферы и природными процессами. В итоге идет перенос загрязняющих веществ из воздуха через растения и воду в организм животных.

Развитие растительности на Земле во многом обусловлено чистотой воздушной среды. Действие загрязняющих веществ на растения зависит от вида загрязнителей, их концентрации, длительности воздействия, относительной восприимчивости видов растений и стадии их физиологического развития. Видимыми симптомами повреждения, то есть внешними признаками заболеваний растений, является, прежде всего, загрязнение от сажи, летучей золы, цементной пыли, оксидов железа и др. В условиях городской среды имеет место интегральный эффект влияния на растения различных загрязнителей и токсичных веществ. Наиболее чувствительны растения к воздействию сернистого газа (SО2), соединений фтора (HF, SiF4), соединений хлора (НС1). Загрязнение воздуха приводит к замедлению роста, снижению качества лесных насаждений, заболеваниям и гибели растительности.

Загрязнение воздушного бассейна вызывает значительные потери в народном хозяйстве. В промышленном производстве — это разрушение металлических конструкций, крыш и фасадов зданий, снижение качества выпускаемой продукции. Высокие концентрации в воздухе окислов серы, азота и углерода ускоряют процессы разрушения строительных материалов и коррозии металлов. Установлено, что в индустриальных городах сталь ржавеет в 20, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности. Аналогичный ущерб наносится жилищно-коммунальному хозяйству городов, объектам социально-культурной сферы, памятникам архитектуры и искусства, находящимся на открытом воздухе.

Загрязнение атмосферы наносит огромный ущерб сельскому хозяйству. Существует зависимость недобора урожая сельскохозяйственных растений от содержания загрязнителей ввоздухе Установлено отрицательное влияние фенола, пыли и сернистого ангидрида на урожайность озимой пшеницы. При снижении концентрации пыли на 0,1 мг/м3 урожайность пшеницы возрастает на 0,36 ц/га. С загрязнением воздуха и других компонентов окружающей среды связано снижение продуктивности сельскохозяйственных животных.

2.4 Регламентация качества и контроль за состоянием воздушного бассейна

Качество атмосферного воздуха рассматривается как совокупность присущих ему свойств, которые определяют степень воздействия химических, физических и биологических факторов на окружающую среду. Нормирование качества атмосферного воздуха осуществляется с целью установления обоснованных предельно допустимых нормативов воздействия на атмосферный воздух, гарантирующих безопасность здоровья населения и окружающей среды. Для оценки состояния атмосферного воздуха на территории Республики Беларусь действуют единые нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (ориентировочно безопасных уровней воздействия) и уровней вредных физических и иных воздействий на него.

Качество атмосферного воздуха регулируется также нормативами:

1. предельных объемов образования загрязняющих веществ при эксплуатации технологического и другого оборудования, сооружений и объектов;
2. потребления атмосферного воздуха для производственных нужд;

— содержания загрязняющих веществ в отработанных газах и вредных физических и иных воздействий передвижных источников на атмосферный воздух;

— удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Наблюдение и контроль за состоянием воздушного бассейна страны осуществляется в рамках Национальной системы мониторинга Республики Беларусь. Наблюдение за состоянием атмосферноговоздуха по химическим, физическим, биологическим и другим показателям проводят органы гидрометеорологической и санитарно-эпидемиологической служб. Они располагают широкой сетью станций и постов наблюдения, соответствующими лабораториями.

Государственный контроль ставит своей целью обеспечить исполнение правил, требований и нормативов по охране атмосферного воздуха; он возложен на органы управления по природным ресурсам и охране окружающей среды. Отраслевые министерства и ведомства проводят контроль за проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов загрязняющих веществ в воздушное пространство, а также за оснащением их приборами, необходимыми для постоянного наблюдения за эффективностью очистки, величиной выбросов на подведомственных им субъектах хозяйствования.

Наблюдение и контроль на локальном уровне представляет собой подсистему режимного отслеживания за уровнем загрязнения воздуха основными и специфическими вредными веществами, содержащимися в газах, выбрасываемых предприятиями и транспортом. Используются как сеть стационарных постов, расположенных в различных частях городов и на границах санитарно-защитных зон, так и специальные передвижные лаборатории. Производственный контроль проводят субъекты хозяйствования, они же проверяют исполнение планов и мероприятий по охране атмосферного воздуха, его рациональному использованию, сохранению нормативов качества.

Наблюдения за воздушной средой, проводившиеся в 90-е годы, показали, что выбросы загрязняющих веществ в Беларуси постепенно снижались, уровень загрязнения атмосферного воздуха основными вредными веществами был ниже санитарно-гигиенических норм. Вместе с тем, на территории, где проживает 4,4 млн. человек, наблюдались разовые концентрации, превышавшие нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК).

Географическое положение Беларуси в центре Европы обусловливает значительное трансграничное загрязнение атмосферного воздуха. Иными словами, источники такого загрязнения расположены на территории других государств, в основном западноевропейских. Наиболее интенсивно происходит перенос закисляющих соединений, вызванных техногенными выбросами оксидов серы и азота. По данным 1994 г., на территорию Беларуси выпало 301 тыс. т серы, в том числе из собственных источников — 43 тыс. т (14 %), 114,3 тыс. токисленного азота (из собственных источников — 7,2 тыс. т, или 6 %), 82 тыс. т восстановленного азота (от собственных источников — 63,4 тыс. т, или 35 %). Республикой Беларусь подписана и выполняется Конвенция 1979 г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Разрабатывается система наблюдений и оценки источников и степени такого загрязнения, мероприятии, направленных на сокращение объема выбросов, вызывающих трансграничное загрязнение воздуха.

**2.5 Основные направления охраны атмосферы**

Защита атмосферного воздуха от загрязнений предусматривает систему мероприятий.

*Группа санитарно-технических мероприятий:* установка газопылеочистного оборудования, герметизация технологического и транспортного оборудования, сооружение сверхвысоких дымовых труб. Одна из основных мер предотвращения загрязнения атмосферного воздуха — строительство газоочистных сооружений и устройств. Наиболее распространены сухие инерционные золоулавливатели (батарейные циклоны) и электрофильтры. В мокрых инерционных золоулавливателях процесс осаждения частиц летящей золы осуществляется с участием воды.

При невозможности или нецелесообразности использования пылегазоулавливающих устройств применяют прием рассеивания загрязняющих веществ через высокие исверхвысокие дымовые трубы. Этот метод не позволяет защищать воздушную среду от поступления токсичных примесей, но дает возможность существенно снизить их приземную концентрацию до уровня ПДК. Сущность метода заключается в том, что мощные потоки дымовых газов, двигаясь в трубе с высокой скоростью за счет естественной тяги, рассеиваются на значительном расстоянии от источника загрязнения.

*Группа технологических мероприятий:* улучшение технологии производства и сжигания топлива; создание новых технологий, основанных на частично или полностью замкнутых циклах, при которых исключаются выбросы вредных веществ в атмосферу. В то же время решается важная задача — утилизация и возвращение в производство ценных продуктов, сырья и материалов.

*Группа планировочных мероприятии:* оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом "розы ветров", создание санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий, вынос наиболее токсичных производств за черту города, рациональная планировка городской застройки, озеленение городов.

При проектировании, строительстве, реконструкции городов и других населенных мест необходимо учитывать "розу ветров" (преобладающее направление), состояние атмосферного воздуха и прогноз его изменения. В городах не разрешается размещать промышленные предприятия (металлургические, химические и др.), распространяющие пылевидные и газообразные выбросы и тем самым сильно загрязняющие атмосферный воздух. Такие предприятия следует располагать вдали от крупных городов и с подветренной стороны для господствующих ветров по отношению к ближайшему жилому району. С учетом пре обладания западных исеверо-западных ветров в городах Беларуси промышленные предприятия размещаются преимущественно на восточных и юго-восточных окраинах.

Размещение, проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых промышленных и сельскохозяйственных комплексов, предприятий, сооружений и других объектов должно обеспечить сохранение нормативов качества атмосферноговоздуха. Совокупность выбросов, а также вредных физических и других воздействий от проектируемых и действующих предприятий не должна приводить к превышению нормативов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Субъекты хозяйствования, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих веществ, должны оснастить источники выбросов сооружениями, оборудованием и аппаратурой для очистки этих выбросов, а также средствами контроля за количественным и качественным составом выбрасываемых веществ.

Планировочные мероприятия, но оздоровлению окружающей среды включают также приемы застройки и озеленения территории города, функциональное ее зонирование, учет местных природно-климатических факторов, сооружение транспортных развязок, кольцевых дорог, использование подземного пространства и др. С целью охраны атмосферного воздуха на территориях населенных мест при размещении новых объектов и реконструкции действующих устанавливаются санитарнозащитные зоны. *Санитарно-защитная зона* — *это территория вокруг предприятия, где возможно превышение ПДК для одного или нескольких загрязняющих веществ.* Проживание людей в такой зоне не предусматривается, однако в крупных городах это правило часто не выполняется. Размер зоны определяется в зависимости от класса (токсичности) загрязнителя, типа промышленного предприятия и его производственной мощности. Санитарнозащитная зона должна быть озеленена газоустойчивыми древесно-кустарниковыми породами.

Большое значение для защиты атмосферного воздуха имеют мероприятия по озеленению городов и пригородных зон. Известно, что зеленые насаждения — "легкие" города. Они очищают воздух от вредных веществ, пыли, газов, снижают шум в жилых кварталах, повышают влажность воздуха в жаркие дни. Один гектар зеленых насаждений за год очищает 10 млн. м3 воздуха, а за час поглощает 8 кг углекислого газа, который выдыхают за это время 200 человек. Газозащитный эффект зеленых насаждений зависит от характера посадки, видового состава деревьев и кустарников, времени года.

Учитывая важную роль зеленых насаждений, в Беларуси Последовательно проводится принцип озеленения населенных мест. В проектах застройки городских поселений отражается система мероприятий по созданию, сохранению и использованию зеленых насаждений для улучшения условий жизни населения, оздоровления воздушного бассейна, рационального использования природного ландшафта. Площадь зеленых массивов и насаждений в городах Беларуси составляет около 40 тыс. га, из них в г. Минске — 5,7 тыс. га. На одного горожанина страны приходится 60 м2 зеленых насаждений, на каждого жителя столицы — 33 м, по генеральному плану развития г. Минска этот показатель намечается значительно увеличить.

Состояние воздушной среды крупных и средних городов во многом обусловлено наличием пригородной зеленой зоны, занятой преимущественно лесами, лесопарками и другими зелеными насаждениями. Первые зеленые зоны в Беларуси появились с 1945 г. вокруг городов Бобруйска, Барановичей, Борисова, Бреста, Вилейки, Витебска, Гомеля, Гродно, Лиды, Мозыря, Молодечно, Осиповичей и Минска. В настоящее время их около 120 с общей площадью более 1,2 млн. га. Самая большая зеленая зона — вокруг г. Минска, в радиусе до 80 км, площадью до 300 тыс. га, что обеспечивает около 180 м- зеленых насаждений в расчете на одного минчанина.

3. ПРОБЛЕМА ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ В МИРЕ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

3.1 Эколого-экономическое значение водных ресурсов

Гидросфера — важнейший элемент биосферы. Она объединяет все воды земного шара, включая океаны, моря и поверхностные воды суши. В более широком смысле к гидросфере относят подземные воды, лед и снег Арктики и Антарктиды, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах**.** Водные массы на поверхности Земли образуют тонкую геологическую оболочку, которая занимает большую часть поверхности Земли и образует Мировой океан (361 млн. км2, или 70,8 % всей поверхности планеты). Общий объем гидросферы равен 1,4 млрд. км3 , доля ее по отношению ко всей массе Земли не превышает 0,02 %. Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах (94 %), второе место по объему водных масс занимают подземные воды (3,6 %), лед и снег арктических и антарктических областей, горные ледники (2 %). Поверхностные воды суши (реки, озера, болота) и атмосферные воды составляют доли процента от общего объема воды гидросферы (0,4 %). Воды гидросферы находятся в постоянном взаимодействии, переходы из одних видов вод в другие составляют сложный круговорот воды на земном шаре. С гидросферой связано зарождение жизни на Земле, так как вода способна к образованию сложных химических соединений, которые обусловили возникновение органической жизни, а затем — формирование высокоорганизованных животных организмов.

Вода — химическое соединение водорода с кислородом (Н20), бесцветная жидкость без запаха, вкуса и цвета. В природных условиях всегда содержит растворенные соли, газы и органические вещества, их количество меняется в зависимости от происхождения воды и окружающих условий. При концентрации солей до 1 г/л воду считают пресной, до 24,7 г/л — солоноватой, свыше — соленой.

Ресурсы пресных вод составляют незначительную долю общего суммарного объема всей гидросферы, но именно они играют решающую роль в общей циркуляции воды, в связях гидросферы с экологическими системами, в жизнедеятельности человека и существовании других живых организмов, в развитии производства. На пресные воды приходится около 2 % гидросферы, используемая часть (речной сток, озерная вода) составляет менее 1 % от общего объема вод гидросферы.

Вода обеспечивает существование живых организмов на Земле и развитие процессов их жизнедеятельности. Она входит в состав клеток и тканей любого животного и растения. В среднем вода составляет около 90 % массы всех растений и 75 % массы животных. Сложные реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии водной среды. Тело взрослого человека содержит 60—80 % воды. Физиологическую потребность человека в воде можно удовлетворить только водой и ничем иным. Потеря 6—8 % воды сопровождается полуобморочным состоянием, 10 % — галлюцинацией, 12 % — приводит к смерти.

Климат и погода на Земле во многом зависят и определяются наличием водных пространств и содержанием водяного пара в атмосфере. В сложном взаимодействии они регулируют ритм термодинамических процессов, возбуждаемых энергией Солнца. Океаны и моря благодаря большой теплоемкости воды служат аккумуляторами тепла и способны изменять погоду и климат на планете*.* Океан, растворяя газы атмосферы, является регулятором воздуха.

В деятельности человека вода находит самое широкое применение. Вода — это материал, используемый в промышленности и входящий в состав различных видов продукции и технологических процессов, выступает в роли теплоносителя, служит для целей обогрева. Сила падения воды приводит в действие турбины гидроэлектростанций. Водный фактор является определяющим в развитии и размещении ряда промышленных производств. К водоемким отраслям, ориентирующимся на крупные источники водоснабжения, относятся многие производства химической и нефтехимической промышленности, где вода служит не только вспомогательным материалом, но и одним из важных видов сырья, а также электроэнергетика, черная и цветная металлургия, некоторые отрасли лесной, легкой и пищевой промышленности. Широко используется вода в строительстве и промышленности строительных материалов. Сельскохозяйственная деятельность человека связана с потреблением огромного количества воды, прежде всего на орошаемое земледелие. Реки, каналы, озера — дешевые пути сообщения. Водные объекты — это и места отдыха, восстановления здоровья людей, спорта, туризма.

Относительно хозяйственной деятельности человека вводится понятие *"водные ресурсы"* — это все пригодные для хозяйственного использования запасы поверхностных вод, включая почвенную и атмосферную влагу. Ресурсы поверхностных вод определяются в основном суммарным стоком в средний по водности год. Распределены они и используются по территории Земли и отдельным регионам неравномерно (табл. 7.1). Страны СНГ обладают крупнейшими в мире водными ресурсами, суммарно они занимают второе место в мире (после Бразилии) по объему среднегодового речного стока, на них приходятся также значительные по величине потенциальные запасы подземных вод. Однако эти ресурсы распространены по территории стран СНГ крайне неравномерно, что объясняется различными географическими, климатическими, геологическими и гидрогеологическими условиями отдельных регионов. Общий среднегодовой объем стока составляет почти 4,7 тыс. км3, причем подавляющая его часть приходится на Российскую Федерацию — 4,27 тыс. км3 (более 90 %)*.* Значительными водными ресурсами обладают Украина— 0,21 тыс. км3 (4,5 %), Казахстан — 0,12 тыс. км3 (2,7 %), Узбекистан — 0,11 тыс. км3 (2,3 %), Таджикистан — 0,1 тыс. км3 (20 %)

Неравномерному распределению стока соответствует и различная обеспеченность водными ресурсами стран СНГ. Если удельная обеспеченность стоком в целом для стран СНГ равна 210 тыс. км3 в год на 1 км2, то наиболее высокая в Грузии и Таджикистане — 877 и 667 соответственно, а наиболее низкая в Туркменистане — 145 и в Казахстане — 46 тыс. км3 в год на 1 км2.

3.2 Водные ресурсы Республики Беларусь и их оценка

Ресурсы поверхностных вод Беларуси оцениваются в 58 км3 в год, по этому показателю она занимает восьмое место среди стран СНГ (1,2 % общего стока). Большая часть речного стока формируется в пределах Беларуси, приток воды с территории соседних государств (России и Украины) равен 21,6 км3, или 36 %. Таким образом, местные ресурсы речных вод составляют 36,4 км3 в год. В многоводные годы суммарный речной сток может достигать 96 км3 в год, снижаясь в маловодные до 36 км3 в год. Местный сток изменяется в соответствии с водностью года от 61 до 24 км3 в год. Удельная обеспеченность стоком речных вод в Беларуси несколько выше, чем в среднем по странам СНГ, и составляет 279,4 тыс. м3 в год на 1км2.

Беларуси характерна довольно значительная дифференциация водообеспеченности, которая усугубляется неравномерным размещением населения и производства. Реки страны принадлежат к бассейнам двух морей — Черного и Балтийского, соответственно 56 % и 44 % площади водосбора. Из общего числа рек и ручьев (20,8 тыс.) суммарной протяженностью 90,6 тыс. км абсолютное большинство водотоков относится к малым равнинным рекам. Статус достаточно крупных рек, длина которых более 500 км, имеют только семь рек — Западная Двина, Неман, Вилия (бассейн Балтийского моря), Днепр, Березина, Сож и Припять (бассейн Черного моря). Основная часть местного стока образуется в бассейнах Днепра с Березиной и Соясем (11,6 км3 в год) и Немана с Вилией (9,26 км3 в год). Значительно меньше приходится на бассейны Западной Двины (7,01 км3 в год) и Припяти (6,97 км3 в год). Транзитные воды поступают в Беларусь большей частью по Западной Двине (7,29 км3 в год) и Припяти (5,74 км3 в год), остальные транзитные воды (7,67 км3 в год) распределяются примерно равными долями по Днепру и Сожу. Таким образом, наиболее развитые в хозяйственном отношении и густонаселенные центральные регионы страны (Минская обл. и г. Минск) располагают гораздо меньшими ресурсами поверхностных вод по сравнению с периферийными регионами, которые обладают и транзитным стоком.

Ресурсы поверхностных вод включают также озера и водохранилища. В пределах границы Беларуси насчитывается около 11 тыс. озер. Наиболее богата озерами северная часть страны — Белорусское Поозерье. Многие озера расположены близко одно от другого или соединены одним водотоком и образуют группы — Нарочанскую, Браславскую, Ушачскую и др. Самые крупные из озер: Нарочь (площадь зеркала воды 79,6 км2), Освейское (52,8 км2), Лукомское (37,7 км2), Дривяты (36,1 км2), Нещердо, Снуды, Свирь. Северные озера отличаются хорошей сохранностью озерных котловин, что позволяет вести их комплексное использование.

Озера на юге страны носят черты деградации, чаще всего имеют низкие заболачиваемые берега, плоские и неглубокие озерные котловины. Особо крупными из них являются: Червоное (40,8 км2), Выгонощанское (26 км2), Черное, Споровское. Мало озер в центральной части страны. Суммарная площадь зеркала всех озер Беларуси составляет почти 2 тыс. км2, а общий объем воды, аккумулированной в них, оценивается в 6—7 км3.

Неравномерность размещения водных ресурсов и внутри годового распределения стока поверхностных вод в определенной мере компенсируется строительством водохранилищ и прудов. Водохранилище — искусственный водоем с полным объемом задержанных водных масс более 1 млн. м3, созданный с использованием водонапорных сооружений в долине реки или понижении местности для накопления и сохранения воды, регулирования стока в соответствии с потребностями различных отраслей народного хозяйства. На территории Беларуси сооружено более 140 водохранилищ различного хозяйственного назначения. Суммарный полный объем воды, которая задерживается водохранилищами, достигает 3,0 км3, а полезный — 1,24 км3. Общая площадь водного зеркала акватории водохранилищ достигает 740 км. С созданием водохранилищ озерность Беларуси увеличилась с 0,6 до 1,5 %.

К числу искусственных водоемов относятся и пруды, которые аккумулируют местный сток. Их полный объем не превышает 1 млн. м3. Пруды предназначены для местного хозяйственно-бытового водообеспечения и иных целей. Прудовой фонд Беларуси составляют более 1500 ед. в колхозах и совхозах с полным объемом задержки водных масс более 0,2 км3, площадью водного зеркала 140 км2 и 19 рыбных хозяйств с полным объемом 0,3 км3, площадью 179 км2.

Естественные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 15,9 км3 в год (43,5 млн. м3 в сутки). Они распространены по всей территории Беларуси на глубинах от 100до 450 м. Взаимодействие климатических, орографических и геологических факторов определяет неравномерный характер распределения подземных вод, что в целом соответствует региональным различиям поверхностного стока. Значительные ресурсы подземных вод находятся в бассейне Днепра с притоками Березина и Сож — 34,4 %. На бассейн Немана с Вилией приходится 28,2 % , Западной Двины и Припяти — 33,7 *% .* Наименьшие запасы обнаружены в бассейне Западного Буга и Нарева, они составляют 3,7 % суммарных ресурсов пресных подземных вод Беларуси. Всего разведано более 230 месторождений пресных подземных вод с запасами 5,7 млн. м3 в сутки, из них для промышленного освоения подготовлено около 200 месторождений с эксплуатационными запасами около 4,6 млн. м3 в сутки.

Возобновляемые ресурсы пресных поверхностных и подземных вод в целом по Беларуси сегодня и в перспективе оцениваются как достаточные для удовлетворения потребностей страны в воде.

3.3 Загрязнение водоемов в связи с их использованием

Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, а их естественные экосистемы разрушаются. Вода теряет способность к самоочищению.

Самоочищение в гидросфере связано с круговоротом веществ. В водоемах оно обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов. Поэтому одна из важнейших задач рационального водопользования состоит в том, чтобы поддержать эту способность. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и разнообразны, условно их можно разделить на три группы: *физические, химические и биологические.*

Среди физических факторов, обусловливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнителей. Интенсивное течение реки обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентрации взвешенных частиц; в озерах, водохранилищах, прудах действие физических факторов ослабевает. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствует самоочищению водоемов. Важным фактором самоочищения является ультрафиолетовое излучение солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды.

В процессе водоотведения — совокупности санитарных мероприятий и технических устройств — обеспечивается удаление сточных вод за пределы городов и других населенных мест или промышленных предприятий. Осуществляется водоотведение с помощью ливневой, промышленной и бытовой (внутренней и наружной) канализации.

Процессы интенсификации использования водных ресурсов, рост объема сточных вод, отводимых в водные объекты, тесно взаимосвязаны. При увеличении водопотребления и водоотведения главная опасность заключается в ухудшении качества воды. Более половины стоков, сбрасываемых в поверхностные водоемы земного шара, не проходят даже предварительной очистки. Для сохранения самоочищающей способности воды небходимо более чем десятикратное разбавление стоков чистой водой. Согласно расчетам, на обеззараживание сточных вод в настоящее время расходуется 1/7 часть мировых ресурсов речного стока. Если сброс сточных вод будет возрастать, то в ближайшее десятилетие для этой цели потребуется расходовать все мировые ресурсы речного стока.

Основными источниками загрязнения являются сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов и ферм, ливневые стоки в городах и смыв дождевыми потоками ядохимикатов и удобрений с полей. Сточные воды промышленных предприятий образуются на различных стадиях технологических процессов.

С нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностью, транспортировкой нефти и нефтепродуктов связано распространение в водоемах самых стойких загрязнителей — нефтяных масел. Каждая тонна нефти, растекаясь по водной поверхности, образует пленку из легких масел на площади до 12 км2, затрудняющую газообмен с атмосферой. Средние фракции нефти, смешиваясь с водой, образуют ядовитую эмульсию, оседающую на жабрах рыб. Тяжелые масла — мазут — оседают на дно водоемов, вызывая токсические отравления фауны, гибель рыб. Основными факторами воздействия теплоэнергетики на гидросферу являются выбросы теплоты, следствиями которых могут быть: постоянное повышение температуры в водоемах, зарастание водоемов водорослями, нарушение кислородного баланса, что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер.

Велико воздействие на окружающую среду гидроэлектростанций, которое проявляется как в период строительства, так и эксплуатации. Сооружение плотины приводит к значительному затоплению прилегающих территорий, изменению гидрологического и биологического режимов рек. На мелководье водохранилищ широко распространено "цветение" воды — результат нашествия сине-зеленых водорослей. Отмирая, водоросли в процессе разложения выделяют фенол и другие ядовитые вещества. Рыбы покидают такие водоемы, вода в них делается непригодной для питья и даже для купания.

Опасными загрязнителями водоемов являются сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Они содержат органические вещества, которые в процессе окисления поглощают кислород, вызывают массовую гибель рыбы, придают воде неприятный вкус и запах.

Отходы химических и нефтехимических производств, горнодобывающей промышленности засоряют воду солями и растворами. Особенно опасны соединения ртути, цинка, свинца, мышьяка, молибдена и других тяжелых металлов, вызывающих чрезвычайно опасные заболевания людей и способных накапливаться в организмах обитателей рек, озер, морей и океанов.

Машиностроительный комплекс также является потенциальным загрязнителем поверхностных водоисточников (сточные воды, утечка жидких продуктов или полупродуктов и т.п.). Гальваническое производство — один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. Основными загрязнителями сточных вод в гальванических производствах являются ионы тяжелых металлов, неорганические кислоты и щелочи, цианиды, поверхностно-активные вещества. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и синтетические моющие средства (CMC) очень токсичны и устойчивы к процессам биологического разложения. СПАВ и CMC — попадают в водоемы также с отходами текстильной, меховой, кожевенной промышленности, с бытовыми и коммунальными сточными водами.

Сельскохозяйственное производство во многих регионах мирз влечет загрязнение поверхностных водоемов. Ядовитые вещества попадают в водоемы в виде пестицидов, используемых для борьбы *с* вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Предполагают, что от действия пестицидов сократилось поголовье тюленей в Балтике, запасы промысловой рыбы в Атлантике.

Значительную опасность для водоемов представляют смываемые с сельскохозяйственных полей нитраты, фосфаты и калийные удобрения. Сточные воды крупных животноводческих комплексов отличаются высокой концентрацией растворенных и нерастворенных загрязняющих веществ. Например, из свиноводческого комплекса на 116тыс. свиней в год сбрасывается ежесуточно 5 тыс. м3 высококонцентрированных сточных вод. Попадая в реки, а затем в озера или водохранилища, эти биогенные соединения накапливаются там до токсичных уровней.

Опасным загрязнителем являются бытовые сточные воды и бытовой мусор, которые содержат 30—40 % органических веществ. Во время сброса и прохождения материала сквозь столб воды часть загрязняющих веществ переходит в раствор, изменяя качество воды, другая сорбируется частицами взвеси и переходит в отложения. Присутствие большого количества органических веществ создает в грунтах устойчивую среду, в которой возникает особый тип иловых вод, содержащих сероводород, аммиак, ионы металлов.

Особую угрозу жизни водоемов и здоровью людей представляют радиоактивные загрязнения. Захоронение жидких и твердых радиоактивных отходов осуществлялось в морях и океанах многими странами, имеющими атомный флот и атомную промышленность. Накопление сброшенных в море радиоактивных отходов, а также аварии атомных судов и подводных лодок представляют опасность не только для нынешнего, но и для будущих поколений.

При аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивные продукты попадали в водоемы из воздуха и со стоками с загрязненной местности в бассейн реки Днепр на территории Беларуси, России. Украины. В связи с этим наблюдалось кратковременное превышение установленных норм загрязнения воды в Припяти. Во всем каскаде водохранилищ Днепра содержание радиоактивных веществ постепенно снижалось вниз по течению. Оценка загрязнения донных отложений водохранилищ Днепра, проведенная в мае 1986 г., выявила наиболее загрязненные донные группы в Киевском водохранилище на участке, прилегающем к Устью Припяти. В южной части Киевского, а также в Каневском водохранилище это загрязнение убывает в десятки и сотни раз. Ещё более низкие концентрации радионуклидов наблюдались в водах Черного моря (в зоне впадения Днепра).

Система контроля за содержанием радионуклидов в поверхностных водах основных рек Беларуси показала, что сразу после аварии на ЧАЭС концентрация стронция-90 в низовьях Припяти превышала допустимую норму, но уже в мае 1986 г. она стабилизировалась в пределах нормы. Последующий постоянный контроль за содержанием радионуклидов стронция-90 и це-зия-137 отмечает, что их концентрация в водоемах значительно ниже показателя радиационно-допустимых уровней для питьевой воды. Если в первые дни после аварии на ЧАЭС увеличение концентрации радионуклидов в воде было обусловлено их непосредственным выпадением, то в настоящее время уровни загрязнения водных систем определяются вторичными процессами: обменом с донными отложениями, смывом радионуклидов с поверхности водосбора рек, а также за счет талых и паводковых вод.

Одна из важнейших проблем, связанных с рациональным ведением водного хозяйства — сохранение требуемого качества воды во всех водных источниках. Однако большинство рек, протекающих в зонах крупных и средних промышленных центров, испытывают высокое антропогенное воздействие из-за поступления в них со сточными водами значительного количества загрязняющих веществ.

Годовой объем водоотведения в Беларуси за период 1990— 1999 гг. значительно снизился — с 2151 до 1315 млн. м3, что было обусловлено как проведением ряда водоохранных мероприятий, так и снижением потребности в воде на производстве. Самым мощным источником загрязнения водных объектов в стране являются бытовые стоки, на которые приходится 2/3 годового объема сточных вод, доля стоков производства составляет четвертую часть. Из общего количества сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы (1170 млн. м3 в 1999 г.), около 1/3 являются нормативно-чистыми (отводятся без очистки), 3/5 — нормативно очищенными и 1/20 часть — загрязненными. Неочищенные сточные воды нуждаются в многократном разбавлении чистой водой. Нормативно очищенные воды также содержат загрязнения, и для их разбавления на каждый 1 м3 требуется до 6—12 м3 свежей воды. В составе сточных вод в природные водные объекты за год сбрасывается до 0,5 тыс. т нефтепродуктов, 16—18 т органических веществ, 18—20 т взвешенных веществ и значительное количество других загрязняющих веществ.

Нагрузка на поверхностные воды обусловлена не только сбросом сточных вод: большое количество загрязняющих веществ поступает с талыми и ливневыми водами с городских территорий, сельскохозяйственных угодий и других источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки.

В условиях тесной взаимосвязи поверхностных и подземных вод процессы загрязнения постепенно распространяются на все большие глубины. Загрязнение подземных вод вблизи ряда промышленных центров было зафиксировано на глубинах более 50-70 м (водозаборы в городах Брест, Гродно, Минск, Пинск и др.). Наиболее интенсивно подземные воды загрязняются в застроенных частях населенных пунктов, в районах очистных сооружений, полей фильтрации, свалок, животноводческих ферм и комплексов, складов минеральных удобрений и ядохимикатов, горюче-смазочных материалов. В подземных водах нередко обнаруживаются повышенные концентрации нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов и нитратов.

Для территории Беларуси весьма характерно нитратное загрязнение грунтовых вод и формирование вод нитратного типа. Проведенное обследование колодцев в сельской местности показало, что 75—80 % из них содержат свыше 10 мг/л нитратного азота, то есть выше установленного норматива ПДК. Это отмечается по всей территории страны, но наиболее высокие коэффициенты загрязнения нитратами в Минской, Брестской и Гомельской областях.

3.4 Основные направления охраны и рационального использования водных ресурсов

Проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов в Республике Беларусь решаются в значительной степени путем государственного регулирования, в первую очередь, через систему прогнозирования и планирования. Основная задача — поддержание водных ресурсов в пригодном для потребителя состоянии и их воспроизводство в целях полного удовлетворения нужд народного хозяйства и населения в воде.

Исходной базой прогнозирования и планирования использования водных ресурсов являются данные водного кадастра иучета расходования вод по системе водохозяйственных балансов, бассейновых (территориальных) схем комплексного использования и охраны вод, а также проекты перераспределения вод между водопотребителями по бассейнам рек. Водный кадастр — это систематизированный сбор сведений о водных ресурсах и качестве вод, а также о водопользователях и водопотребителях, объемах потребляемых ими вод.

Прогноз использования водных ресурсов основывается на расчете водохозяйственного баланса, который содержит ресурсную и расходную части. Ресурсная (приходная) часть водохозяйственного баланса учитывает все виды вод, которые могут быть потреблены (естественный сток, поступление из водохранилищ, подземные воды, объем возвратных вод). На начало 90-х годов приходная часть водохозяйственного баланса Республики Беларусь определялась в 23,7 км3, по прогнозу на 2010 г. она увеличится до 24,0 км3 за счет расширения забора подземных вод. В расходной части водохозяйственного баланса определяется потребность в воде по отраслям народного хозяйства с учетом сохранения в реках транзитного стока для обеспечения экологических требований, необходимого санитарно-гигиенического состояния водоемов. Результатом балансового расчета является Установление ожидаемого резерва или дефицита стока, объема, характера, а также сроков осуществления мероприятий, необходимых для обеспечения водой народного хозяйства в прогнозируемый период. При этом учитываются показатели, характеризующие сокращение забора свежей воды из поверхностных и подземных водных источников за счет совершенствования и внедрения безводных технологических процессов, развития систем повторно-последовательного использования воды, совершенствования схем водоснабжения и других аналогичных мероприятий.

Прогнозирование водопотребления на перспективный период основывается на расчетах водообеспечения населения, промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики. Объем водопотребления на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды определяется численностью городского населения и нормами хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя. На период до 2010 г. прогнозируется обеспечение всего населения Беларуси питьевой водой нормативного качества в соответствии с физиологическими нормами (не менее 400 л/сут. на человека). Потребности промышленности определяются на основе расчета объема производства и норм водопотребления. Для определения потребности в воде отдельных предприятий (объединений), установления лимитов отпуска воды используются индивидуальные нормы и нормативы. В прогнозируемый объем водопотребления на нужды сельскохозяйственного водоснабжения включается потребность в воде сельского населения, животноводства, хозяйственные нужды сельхозпредприятий и производств по переработке сельскохозяйственного сырья. В долгосрочных прогнозах объемы водопотребления рассчитываются по перспективным нормам, учитывающим совершенствование и внедрение безводных технологических процессов, нового оборудования, развитие оборотных и бессточных систем водоснабжения и другие достижения научно-технического прогресса в использовании природных ресурсов. В современных условиях водохозяйственные балансы основных бассейнов рек являются положительными. Водозабор на бытовые и хозяйственные цели не превышает в среднем 5—7 % от ежегодно возобновляемых ресурсов. Не ожидается существенного роста потребления воды и в ближайшие 10—15 лет, по прогнозам на 2010 г. оно составит 3—4 км3. Таким образом, для удовлетворения потребностей в воде собственных водных ресурсов (без учета транзитного стока) вполне достаточно, лишь в засушливые периоды маловодного года возможен дефицит воды в бассейнах рек Припяти, Западного Буга, Днепра.

Рациональное использование водных ресурсов связано с проведением различных организационных и технических мероприятий. Показателями рационального использования воды являются: отношение объема водоотведения к объему полученной свежей воды; кратность использования воды, то есть отношение валового водопотребления к объему потребления свежей воды; количество предприятий, прекращающих сброс неочищенных и необезвреженных сточных вод, к общему количеству предприятий. Особо важное значение имеют уменьшение абсолютного объема водопотребления за счет сокращения безвозвратных потерь и соблюдение научно обоснованных норм и лимитов водопотребления.

Среди организационно-технических мероприятий, которые способствуют предотвращению истощения водных ресурсов и улучшению качества поверхностных и подземных вод, является очистка сточных вод.

4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

4.1 Эколого-экономическое и санитарно-гигиеническое значение биологических ресурсов.

Земельные ресурсы— та часть мирового земельного фонда, которая пригодна для хозяйственного использования.

-На всех этапах развития земля выступает главным средством производства Они создают основу для сельскохозяйственного производства, ведения лесного хозяйства.

-Земля — это жизненное пространство для городской застройки и расселения сельского населения, размещения промышленных предприятий, транспортных коммуникаций.

-Земля может быть не только как природным, но и как сырьевым ресурсом.

1. Исчерпаемость. Если средства производства (машины, оборудование) по мере физического износа могут быть восстановлены, то почвенный покров в 2,5 см естественным путем восстанавливается через 300 лет.

2. ограниченность земельных ресурсов пространственно - при исчерпании свободных угодий их нельзя увеличить.

3. незаменимость в силу отсутствия альтернативы.

4. зависимость свойств почвы от природных факторов.

Почва представляет собой самостоятельное природное тело, обладающее только ей присущими строением, составом и свойствами. Почвы обладают свойством *плодородия* – способностью производить биомассу. Различают *естественное* (потенциальное) плодородие, обусловленное общим запасом в почве питательных веществ, а также *искусственное* плодородие, воспроизводимое путем агротехнических мероприятий и мелиорации. Рациональное сочетание естественного и искусственного плодородия образует экономическое (эффективное) плодородие.

На всех этапах развития человеческого общества земля была, есть и будет важнейшим, ничем не заменимым средством производства. Земля, территория — это основа, базис, фундамент жизни человека, жизненное пространство, на котором человечество возникло, развивается, где протекает его деятельность. Без земли, без территории нет и не может быть взаимодействия людей, составляющих общество, и самой их жизни. Захват чужой земли - главная цель войн и других насильственных действий, а случаи изгнания народов со своей земли, которые знает история, заканчивались истреблением людей и гибелью нации.

Земля является необходимой материальной предпосылкой процесса труда, одним из его важнейших вещественных факторов, выступает главным средством производства в ряде отраслей народного хозяйства, и в первую очередь в сельском и лесном хозяйстве. Особое направление использования земли — эксплуатация ее недр. Но Земля — это и пространственный базис размещения народнохозяйственных объектов, расселения людей. Земельные ресурсы — та часть мирового земельного фонда, которая пригодна для хозяйственного использования. Они создают основу для сельскохозяйственного производства, ведения лесного хозяйства, а также для городской застройки и расселения сельского населения, размещения промышленных предприятий, транспортных коммуникаций и всех других видов наземной деятельности человека.

Из общей площади поверхности Земли (510,2 млн. км2) на долю суши приходится 149,1 млн. км2 (29,2 %), остальное составляют океаны и моря (70,8 %). Земельные ресурсы мира располагаются на 129 млн. км2, в их состав не включены ледяные пустыни Антарктиды и Арктики. Крупнейшими земельными Ресурсами обладают: Российская Федерация — 17,1 млн. км2 (13,3 *%* мировых); Канада — 10,0; Китай — 9,6; США — 9,4; Бразилия — 8,5; Австралия — 7,7 млн. км2. По обеспеченности на душу населения земельными ресурсами выделяются Австралия, Канада и Россия.

Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель. Наибольшие площади заняты сельскохозяйственными угодьями — более 35 % , лесами и кустарниками — 30 %, населенными пунктами, промышленностью и транспортом — свыше 3 % от всего земельного фонда.

Сельскохозяйственные угодья — участки земли, используемые в сельскохозяйственном производстве, — различаются по природным особенностям и сельскохозяйственному назначению. К основным категориям сельхозугодий относятся: пашни (земли, систематически обрабатываемые и используемые для посева различных сельскохозяйственных культур), многолетние насаждения (сады, ягодники), залежи (пашня, не обрабатываемая в течение длительного времени), сенокосы и пастбища (луга, используемые для сенокошения и выпаса сельскохозяйственных животных). Крупнейшие площади сельскохозяйственных угодий сосредоточены в Китае (более 13 % мировых), в США (около 10 %), в России (5 %).

Оценки мировых ресурсов земельных угодий приблизительны, более трети суши строго не учтено, особенно в Азии и Африке, вследствие слабой изученности земель и несовершенства системы учета. В мировых и национальных сопоставлениях используется такой показатель, как сельскохозяйственная освоенность территории — отношение сельскохозяйственных земель ко всей площади. Среди крупнейших стран мира наблюдается значительная дифференциация, обусловленная большими различиями в природно-географических условиях: в России доля сельскохозяйственных угодий составляет 13 % от всей площади страны, в Канаде — 7, США — 53, Франции — 63 % .

Особую ценность представляют *пахотные земли (пашня),* наиболее интенсивно эксплуатируемая часть земельных ресурсов, систематически обрабатываемая и используемая под посев сельскохозяйственных культур. На начало 90-х годов XX в. было распахано и обрабатывалось примерно 11 % мирового земельного фонда, доля пашни в общей площади мировых сельскохозяйственных угодий составляла 30—32 %. Распаханность территории (отношение пашни к общейплощади, в процентах) сильно колеблется как по крупным регионам земного шара (Африка — 7 %, Южная Азия — 45 %), так и по отдельным странам мира (Россия — 8 % , Украина — 59, Казахстан — 13, Молдова — 66, Канада — 5, Япония — 12, США — 21, Франция — 35, Дания — 56 %).

Распахано и занято многолетними насаждениями в мире почти 1,5 млрд. га, в то же время площади земель, потенциально пригодных под пашню, оцениваются отдельными учеными в 3,2 млрд. га. Однако освоение малопригодных земель сопряжено с большими финансовыми и материально-техническими затратами, сложными мелиоративными, ирригационными и другими работами. Такие земли представляют собой болота, северные и горные тундры, полярные и высокогорные пустыни, подвижные пески, солончаки; удаленные от центров цивилизации неэксплуатируемые леса, преимущественно в горах, а также в некоторых районах Канады, Сибири, бассейнах Амазонки и Конго. Освоение новых земель, особенно за счет сведения лесов, связано с нарушением экологического равновесия, изменением водного режима и другими неблагоприятными последствиями не только в отдельных регионах, но и в масштабе всей планеты.

В мире происходят и обратные процессы, которые ведут к сокращению пахотных земель. Это отвод земель для несельскохозяйственных целей — под городскую застройку, промышленные предприятия, транспортные магистрали и т.п. Теряются значительные площади и вследствие развития ряда природных явлений — в первую очередь, наступления пустынь на плодородные земли. Действующая одновременно тенденция роста численности населения вполне закономерно обусловливает снижение обеспеченности пашней в расчете на одного жителя планеты, которая за последнее десятилетие XX в. сократилась с 0,40 до 0,30 га. В отдельных странах она сейчас составляет: в России — 0,90 га, Украине — 0,66, Казахстане — 2,14, США — 0,67; Китае — 0,15, ФРГ — 0,12, Англии — 0,11, Японии — 0,03 га на душу населения. Наиболее обеспеченные продуктивными землями страны являются основными производителями сельскохозяйственных продуктов. Вместе с тем сказываются различия в природных условиях, качественном состоянии земель, уровне экономического развития отдельных стран мира.

Земельный фонд Республики Беларусь — это площадь страны, составляющая 20 759,6 тыс. га. В Европе по этому показателю Беларусь занимает 12—13-е место, следовательно, большинство европейских государств обладают гораздо меньшими земельными ресурсами.

В структуре земельного фонда Беларуси (табл. 8.1) наибольшую площадь занимают сельскохозяйственные земли — 9281,5 тыс., га (44,7 %), лесные и прочие лесопокрытые земли — 8414,5 (40,5 %), земли, находящиеся под болотами, — 959,2 (4,6 %), под водой — 476,5 (2,3 %), земли населенных пунктов — 372,2 (1,8 %), отданные промышленности, транспорту и т.п. — 823,0 (4,0 %), нарушенные и прочие земли — 751,8 (3,6 %), в том числе бывшие сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами, — 265,4 тыс. га (1,3 %).

Динамика площади сельскохозяйственных угодий имеет отрицательную направленность. Так, за период с 1980 г. но 1999 г. сельскохозяйственные земли сократились на 420,7 тыс. га, или на 2 % . Уменьшилась и обеспеченность каждого жителя страны — с 1,0 до 0,9 га сельхозугодий. Обусловлено это исключением из оборота радиационно-опасных земель, отводами для различных видов строительства и промышленности, коллективного садоводства и огородничества, природоохранных целей. Следует отметить влияние географического положения Беларуси на отчуждение сельскохозяйственных угодий, особенно при строительстве магистральных трубопроводов, автомобильных дорог, развитии всей системы инфраструктуры. Сказывается также и нерациональное использование земель, когда небольшие по площади сенокосы и пастбища зарастают кустарником и мелколесьем.

Таблица 3.

Земельный фонд Республики Беларусь (на конец года; тыс. га)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | 1990 г. | 1995 г. | 1999 г. | 2010г.(прогноз) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Всего земель (территория) | 20 760 | 20 760 | 20 760 | 20 760 |
| Сельскохозяйственные земли | 9 415 | 9 339 | 9 281 | 9 200 — 9 500 |
| В том числе: |  | | | |
| пахотные | 6 105 | 6 232 | 6 182 | 6 215 — 6 500 |
| сенокосные | 1 323 | 1 254 | 1 286 | 2 840 |
| пастбищные | 1 834 | 1 706 | 1 689 |  |
| Лесные и прочие лесопокрытые земли | 7 383 | 8 277 | 8 414 | 9 000 |
| Земли под водой | 458 | 473 | 477 | 485 |
| Площадь болот | 949 | 968 | 959 | 900 |
| Общая площадьнарушенных земель | 110 | 68 | 47 | 45 |
| Площадь рекультивированных земель | 12 | 6 | 3 | 7 |
| Площадь особо охраняемых территорий и объектов | 1 041 | 1 202 | 1 493\* | 2 214 |

*\*Примечание.* Без Полесского радиационо-экологического заповедника.

Пахотные земли Беларуси занимают 6186,6 тыс. га, распаханность территории достигает 30 %, или почти в 3 раза превышает среднемировые показатели и данные по странам СНГ. За период 1980—1999 гг. площадь пашни уменьшилась на 24,7 тыс. га (0,12 %), что было следствием, главным образом, исключения из оборота радиационно-опасных земель. В итоге обеспеченность пашней одного жителя Беларуси уменьшилась с 0,64 до 0,60 га, однако эта цифра вдвое превышает среднемировые показатели. Многолетние насаждения занимают 124,3 тыс. га (1,3 % сельхозугодий), сенокосы — 1294,5 (13,9 %), пастбища — 1701,5 (18,3 %).

4.2 Плодородие земли. Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов

Основной качественной характеристикой земельных ресурсов, используемых в сельском и лесном хозяйстве, является плодородие, обусловленное особыми свойствами самого верхнего слоя — почвы.

Почва представляет собой самостоятельное природное тело, обладающее только ей присущими строением, составом и свойствами, и в то же время она — средство производства в сельском и лесном хозяйстве. Факторами почвообразования выступают поверхностные слои литосферы, живые организмы (растения, животные, микроорганизмы), климат, рельеф, хозяйственная деятельность человека. Ее способность обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха называют плодородием почвы.

Важнейшими *факторами плодородия* почвы выступают:

1. достаточное содержание в ней необходимых для развития растений питательных веществ (азота, фосфора, калия, кальция и др.);
2. наличие доступной для растений влаги в течение всего вегетационного периода;
3. хорошая аэрация почв, облегчающая развитие корневых систем растений и жизнедеятельность микроорганизмов.

Различают естественное (потенциальное) плодородие, обусловленное общим запасом в почве питательных веществ и влаги, зависящее от природных факторов (содержания гумуса, механического состава и др.), а также искусственное плодородие, воспроизводимое путем агротехнических мероприятий и мелиорации, зависящее, прежде всего, от культуры земледелия и позволяющее использовать элементы плодородия в данном году. Рациональное сочетание естественного и искусственного плодородия образует экономическое (эффективное) плодородие. Главный прием регулирования запасов питательных веществ в почве, в особенности вдоступных растениям подвижных формах, — внесение минеральных и органических удобрений. Оптимальная влажность в почве достигается с помощью агротехнических и гидротехнических мероприятий.

Изменчивость в пространстве и во времени факторов почвообразования обусловливает большое разнообразие их в природе. В современных классификациях выделяется более 100 типов почв, которые объединяются в более высокие единицы.

Почвенный покров Беларуси довольно сложный как по составу, так и по основным свойствам, всего выделено 11 типов почв. Это связано с пестротой почвообразующих и подстилающих пород, различной степенью увлажнения, окультуренности пахотных земель. Под влиянием многих процессов почвообразования сформировались следующие типы почв:

1. дерново-карбонатные почвы (занимают 0,2 % территории);
2. дерново-подзолистые (45,1 %);
3. дерново-подзолистые заболоченные (9,0 %);
4. торфяно-болотные (14,4 %);
5. пойменные (8,4 %).

Рациональное землепользование может повышать естественное плодородие почв, улучшать состояние земельных ресурсов, увеличивать природный потенциал плодородия. Однако при неправильном, расточительном хозяйствовании происходят значительные потери земельного фонда, связанные с возникновением и развитием процессов эрозии, засолением, иссушением, заболачиванием и т.п.

Одной из основных причин ухудшения качества земельных ресурсов является ускоренная эрозия почвы *(от* латинского erosion — разъедание). Под этим термином понимают разрушение верхних, наиболее плодородных, горизонтов и подстилающей почвообразующей породы поверхностными водами и ветром. Под влиянием хозяйственной деятельности человека возникает ускоренная эрозия, которая часто приводит к полному разрушению почвы.

*Водная эрозия* представляет собой смыв почвы струйками и ручейками талой или ливневой воды. Неровности микрорельефа способствуют образованию промоин. При больших уклонах поверхности и на длинных склонах мельчайшие струйки сливаются в более крупные ручьи, которые быстро образуют струйчатые размывы, и если их своевременно не заровнять, возникают овраги. Наибольших размеров эрозия почвы достигает на распахиваемых землях, особенно на почвах легкого механического состава.

Интенсивное перемещение частиц почвы и подстилающих ее пород по земной поверхности, обусловленное ветром, называют *ветровой эрозией.* Она наблюдается в любое время года и при любой силе ветра, но наиболее интенсивно проявляется весной при сильных ветрах, когда почва взрыхлена и не покрыта растительностью. Ветровая эрозия проявляется в виде пыльных (черных) бурь и местной (повседневной) эрозии.

Вследствие эрозии почвы на земном шаре в XX ст. из сельскохозяйственного оборота выбыло несколько десятков миллионов гектаров пахотных земель, а несколько сотен миллионов гектаров нуждаются в проведении противоэрозионных мероприятий. Наибольшихразмеров эрозия почвы достигла в США, Канаде, странах Средиземноморья, Ближнего Востока, Южной Азии, в Китае и Австралии. В странах СНГ эрозия почвы распространена преимущественно в степной и лесостепной природных зонах.

По данным почвенных исследований, в Беларуси эродировано в той или иной степени 550,6 тыс. га сельскохозяйственных земель, а 3345,0 тыс. га относятся к эрозионно-опасным и при неправильном использовании могут быть подвержены разрушительной эрозии в первую очередь. Преобладает водная эрозия; под оврагами в Беларуси занято более 11 тыс. га земель. В результате овражной эрозии сокращается площадь пахотных земель, понижается уровень грунтовых вод, возникают трудности с использованием сельскохозяйственной техники. Ветровая эрозия наибольшее распространение получила на Полесье, где значительные площади занимают песчаные и мелиорированные торфяно-болотные почвы. В результате эрозии на склонах с каждого гектара ежегодно смывается примерно 18 т мелкозема, где на гектар содержится 120—200 кг гумуса, 5—б кг фосфора и калия, 8 —10 кг азота. Переносится ветром 3 т, что приводит к большим потерям не только питательных веществ, но и продуктивной влаги, загрязняются водоемы. Наибольший ущерб эрозия почв наносит сельскому хозяйству страны: на слабосмытых почвах снижение урожайности различных сельскохозяйственных культур составляет 5—20 %, на сильносмытых почвах — до 30—60 %.

Для уменьшения негативных последствий эрозии земель и предотвращения ее дальнейшего развития необходимо проведение комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и других противоэрозионных мероприятий. В условиях Беларуси — это запрещение или ограничение рубки леса в эрозионно-опасных местах, регулирование пастьбы скота, соблюдение правил вспашки земель и сева на крутых склонах (поперек склона), регулирование стока, укрепление оврагов, склонов, облесение и залужение эродированных земель и т.д.

Во многих регионах земного шара усиливается аридизация (снижение увлажненности) обширных территорий, под угрозой распространения пустынь находится пятая часть суши. По подсчетам специалистов ООН, за вторую половину XX в. площадь Сахары разрослась на 650 тыс. км2, край ее ежегодно продвигается на 1,5—10 км, а Ливийской пустыни — до 13 км в год.

Развитие орошаемого земледелия в условиях аридного климата с длительным сухим сезоном вызывает вторичное засоление почв — накопление в верхних горизонтах почвы вредных для растений солей. Засолению подвержено около 50 % площади орошаемых земель мира.

Земля, прежде всего почвенный покров, подвержена различным внешним воздействиям. Любые действия, приводящие к нарушению физических, физико-химических, химических, биологических и биохимических свойств почвы, вызывают ее загрязнение. Загрязнение земель — это внесение химических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их разложению, утилизации и включению в общий круговорот веществ и обусловливающее в связи с этим изменение физико-химических, агротехнических и биологических свойств земли, снижающих ее плодородие и ухудшающих качество производимой продукции.

В больших масштабах происходит загрязнение почв:

1. при открытых разработках полезных ископаемых;
2. вследствие покрытия ее поверхности выбросами, отвалами, пустой породой;
3. неорганическими отходами и отбросами промышленности;
4. веществами, переносимыми воздухом;
5. радиоактивными веществами;
6. вследствие сельскохозяйственной деятельности, работы транспорта и коммунально-бытовых предприятий.

Значительную опасность для здоровья человека представляет загрязнение земель тяжелыми металлами — железом, марганцем, цинком, медью, молибденом, известными в сельском хозяйстве под названием микроэлементов, необходимых растениям в малых количествах. Однако если концентрация превышает допустимую норму, они становятся токсичными для человека и животных.

На территории Беларуси наибольшему загрязнению подвержены почвы в городах и зонах их влияния. Это вызвано, с одной стороны, свойством почвы накапливать загрязняющие вещества, с другой — поступлением на поверхность городских земель больших количеств разнообразных химических веществ с атмосферными осадками, аэрозольными выпадениями, бытовыми и производственными отходами. Накопившиеся за длительный период в почвенной толще загрязняющие вещества являются источниками вторичного загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод.

Содержание загрязняющих веществ в почвенном покрове городов изменяется в широких пределах: от минимальных значений, близких к фоновым, в районах новостроек до концентраций, в десятки раз превышающих фоновые, в зонах влияния промышленных предприятий и старообжитых районах городов. Максимальное содержание свинца в почвах достигает в Новополоцке 370 мг/кг, Светлогорске — 183,3, Бресте — 178,2, Речице — 122, Волковыске — 109,2 мг/кг. Наибольшее содержание цинка обнаружено в почвах Гродно — 441,0 мг/кг, Бобруйска — 219,0, Борисова — 134,0, Орши и Витебска — 129,0 мг/кг. Самое высокое содержание кадмия зафиксировано в почвах городов Светлогорска — 3,5 мг/кг, Бреста — 2,1, Лунинца — 1,6, Орши и Полоцка — 1,3 мг/кг. Максимальное содержание меди выявлено в почвах Минска — 137,6 и Орши — 86,0 мг/кг.

Оценить опасность загрязнения почв можно путем сопоставления содержания загрязнителей в почвах и установленных санитарно-гигиенических нормативов. Выше допустимого уровня городские почвы особенно загрязнены свинцом и цинком. Более трети проб, отобранных в Гомеле, Орше, Минске и Слониме, показали загрязненность свинцом выше опасного уровня. Около трети проб загрязнены цинком выше допустимых значений в Витебске, Бобруйске и Воложине. Сверхнормативное загрязнение городских почв медью, кадмием, никелем и марганцем встречается значительно реже.

Для сравнительной характеристики уровней загрязнения почв в городах Беларуси рассчитываются суммарные показатели загрязнения почв каждого из них. Выполненные расчеты показали, что наиболее загрязнены почвы в Минске и Орше, а также в Гомеле, Витебске, Бобруйске, Гродно, Могилеве, Речице, Кричеве, Воложине, Бресте, Слуцке, Слониме, Калинковичах и Волковыске. Можно заметить, что эту группу составляют в основном крупные промышленные центры, а также средние города, в которых значительное время функционируют металлообрабатывающие предприятия, и малые города, размещенные на пересечении автомобильных дорог. Повышенный уровень загрязнения характерен для таких средних городов, как Жодино, Борисов, Полоцк. Он сложился в результате совокупного влияния промышленных выбросов, работы автотранспорта, накоплениях почвах твердых отходов, образующихся в процессе функционирования промышленности и сферы потребления. Незначительный уровень загрязнения почв характерен для малых городов либо средних, где отсутствуют предприятия металлообработки и машиностроения.

Происходит загрязнение тяжелыми металлами и пригородных земель и придорожных полос, основным элементом-загрязнителем является свинец. Повышенное его содержание наблюдается в пригородных зонах Минска, Гомеля, Могилева. Загрязнение почв на уровне ПДК (32 мг/кг) и выше отмечено локально, небольшими участками по направлению господствующих ветров. Загрязнение почв придорожных полос автомобильных дорог межгосударственного (Брест — Москва, Санкт-Петербург — Одесса), республиканского (Минск — Слуцк, Минск — Логойск) и Местного значения (Заславль —Дзержинск) наблюдается до 25—50 м от полосы полотна дороги в зависимости от рельефа местности и наличия лесозащитных полос. Максимальное содержание свинца в почве отмечено на расстоянии 5—10 м от автотрассы, оно выше фонового значения в среднем в 2—2,3 раза.

Участки, загрязненные тяжелыми металлами, встречаются и в поймах рек, пересекающих промышленные центры. Так, на отдельных участках поймы р. Свислочь содержание подвижных форм меди, цинка, кадмия и других металлов в почве многократно превышает предельно допустимые уровни.

Загрязнение почв, связанное с сельскохозяйственным производством, в условиях Беларуси проявляется в избыточном накоплении химических веществ в результате известкования кислых почв, внесения минеральных удобрений и пестицидов, а также чрезмерного полива сельскохозяйственных угодий стоками животноводческих комплексов. В целом по Беларуси избыточное накопление биогенных элементов произошло на 6 % пахотных земель.

К негативным явлениям, связанным с применением минеральных удобрений, относится загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод нитратами. При этом необходимо учитывать роль нитратов как обязательного участника круговорота азота в природе, источника азотного питания растений. Опасность представляет избыточное содержание нитратов в воде, пище и кормах, которое обусловлено неоправданно высокими дозами применения азотных удобрений и их неравномерным распределением по пашне. Для предотвращения негативного действия нитратов разработаны оптимальные дозы внесения азотных удобрений под все сельскохозяйственные культуры применительно к разным типам почв, гарантирующие получение чистой продукции и исключающие загрязнение окружающей среды.

Необходима рациональная система применения минеральных и органических удобрений. При обоснованном определении видов, норм, сроков испособов их внесения существенно сокращаются потери питательных веществ, снижается возможность попадания их из почвы в грунтовые воды и водоисточники, уменьшается накопление остаточных веществ в почве и растениях.

Для предотвращения загрязнения почв пестицидами надо, прежде всего, разработать систему защиты растений с ограниченным применением ядохимикатов, обратить особое внимание на точность доз химикатов, в частности, при опрыскивании.

Рациональное применение гербицидов учитывает свойства почв, особенно содержание органического вещества. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, при научно обоснованном применении гербицидов, правильно определенной дозе не возникает существенной опасности. В перспективе расширение биологических методов защиты растений, восстановление плодородия почв, борьба с сорной растительностью исключат или существенно ограничат применение многих химических методов в сельском хозяйстве.

Одной из наиболее серьезных проблем Беларуси является радиоактивное загрязнение земель. Почва обладает способностью накапливать радиоактивные вещества (стронций, цезий, плутоний и др.). Которые затем вместе с питательными веществами переходят в сельскохозяйственные растения, животных и, в конечном итоге, к человеку.

Авария на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению радионуклидами значительной части территории Беларуси. На площади 4,8 млн. га (23 % всего земельного фонда) плотность загрязнения цезием-137 составила один и более Ки/км2**.** Площадь сельскохозяйственных земель с отмеченным уровнем загрязнения по цезию составляет 1,6 млн. га, из них 265,4 тыс. га были исключены из сельскохозяйственного оборота.

Загрязнение радионуклидами распространено неравномерно. Самыми потерпевшими являются Гомельская (59 % загрязненных пахотных земель и луговых угодий Беларуси) и Могилевская (29,7 %) области (табл. 8.2). Наибольшие уровни загрязнения цезием-137 (за исключением зоны отчуждения) в Чериковскомрайоне Могилевской области (146 Ки/км2**),** Чечерском и Добрушском районах Гомельской области (соответственно 61,4 и 60,0 Ки/км2).

К концу 1999 г. содержание цезия-137в почве сократилось примерно на 20 % по причине его естественного распада. Кроме того, установлено снижение подвижного цезия-137 вследствие перехода его в необменно-поглощенное состояние, что привело к снижению его доступности для растений в среднем в 1,5 раза. В связи с этим из категории радиационно-опасных исключено и вовлечено в сельскохозяйственный оборот около 7 тыс. га земель.

Загрязнение земель стронцием-90 носит более локальный характер. Уровни загрязнения почвы стронцием-90 в пределах 0,15 и более Ки/км2 выявлены на площади 2110 тыс. га, что составляет примерно 10 % от общей площади страны. Максимальные уровни содержания стронция-90 в почве выявлены в границах 30-километровой зоны ЧАЭС и достигают величины 48,6 Ки/км2 в Хойникском районе Гомельской области. Земли, загрязненные стронцием-90, находятся в пределах зон загрязнения цезием-137.

Отселенная территория общей площадью 450 тыс. га разделяется на две зоны: отчуждения и отселения. *Зона отчуждения п*лощадью 170 тыс. га, из которой население было эвакуировано в 1986 г., наиболее загрязнена и входит в состав Полесского радиационно-экологического заповедника, общая площадь которого 216 тыс. га. Основная часть зоны отчуждения не может быть возвращена в сельскохозяйственный оборот даже в отдаленной перспективе вследствие высокой плотности загрязнения долгоживущими радионуклидами.

Для восстановления нарушенных земель требуется *рекультивация* — комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности разрушенных земель, улучшение условий природной среды. Процесс восстановления земель складывается из горнотехнической и биологической рекультивации. На первом этапе засыпают карьеры, выравнивают рвы, регулируют водный режим, насыпают плодородный слой почвы; на втором восстанавливают почвенно-растительный покров и плодородие почвы. Рекультивируемые земли используются под посев нетребовательных к почвенным условиям растений, на них высаживаются леса, создаются зоны отдыха, водоемы.

Экономическая эффективность рекультивации (****) определяется по формуле

**** (5)

где **** — эффект от рекультивации земель (величина чистого дохода); ****— сумма затрат на рекультивацию; **** — нормативный коэффициент эффективности, равный 0,06. Затраты на рекультивацию (****) рассчитываются по формуле

**** (6)

где **** — площадь рекультивируемых земель; **** (i = 1, 2, 3, 4, 5) — затраты на планировку поверхности, выемку плодородного слоя почвы, покрытие площади плодородным слоем, химическую обработку, инженерно-мелиоративное и гидротехническое обеспечение 1 га нарушенных земель соответственно.

Природные особенности Беларуси, специфика объектов рекультивации, высокие удельные затраты обусловили наиболее широкое осуществление лесохозяйственного направления рекультивации, которая проводится на половине всех восстановленных земель. Остальная часть примерно в одинаковых объемах рекультивирована для сельскохозяйственных, водохозяйственных и строительных целей. В целом объемы работ по рекультивации земель в стране за последнее десятилетие постоянно сокращаются (1990 г. — 11,8 тыс. га, 1999 г. — 3,0 тыс. га).

Одним из основных факторов рационального использования земельных ресурсов является мелиорация — совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению земель с неблагоприятным водным и воздушным режимами, физико-химическими свойствами, подверженными вредному механическому действию ветра или воды. Наиболее распространена гидротехническая мелиорация, то есть осушение или орошение почв, обводнение пастбищ. Водный режим почв изменяют путем использования таких специфических методов, как снегозадержание, промывка, дренаж, регулирование стока и др. Для улучшения физического состояния почв проводят уборку камней, пескование глинистых почв и др.

Мелиорация земель получила широкое распространение в странах СНГ (России, Беларуси, государствах Центральной Азии и др.), а также во многих других регионах мира, главным образом с аридным климатом. Масштабы мелиоративного воздействия на природу столь велики, что большие площади земель на нашей планете резко изменили свой облик в результате строительства водохранилищ, прудов, дамб, дренажной сети и пр.

Территория Беларуси относится к зоне избыточного увлажнения, 0,9 млн. га (более 4,6 % территории) занимают болота, из них более 80 % — низинные. Осушительные работы были начаты во второй половине XIX ст., значительно расширены в 20—30-е годы XX ст. и особенно выросли в 60-е годы; всего в Беларуси осушено около 3,4 млн. га переувлажненных земель, в том числе 2,9 млн. га сельскохозяйственных земель.

Мелиорированные земли выделяются более высокой урожайностью, в 70—80-е годы XX ст. они давали около четверти валовой продукции растениеводства. Однако значительная их Площадь загрязнена радионуклидами после чернобыльской катастрофы и выведена из сельскохозяйственного оборота. Осушение земель на первых этапах велось без учета природоохранных факторов и нанесло значительный экологический вред. Позднее на основе научно обоснованных мелиоративных проектов начали создаваться крупные водохранилища, мелиоративные системы двухстороннего регулирования водно-воздушного режима, лесоохранные полосы и др. Почвенные обследования, проведенные в колхозах и госхозах Беларуси, выявили 3,8 млн. га избыточно увлажненных сельскохозяйственных земель, из которых около 1,5 млн. га требуют первоочередного осушения. Однако в перспективе новое мелиоративное строительство в широких масштабах не предвидится. Признано целесообразным выделяемые на мелиорацию ресурсы, прежде всего, направлять на техническое содержание и реконструкцию ранее построенных систем. Орошение в Беларуси получило ограниченное развитие (в 1999 г. им было охвачено 115,0 тыс. га), главным образом на сенокосах, пашнях и плантациях овощных культур.

Гумус **-** верхний слой почвы, перегной.

Основные тенденции *изменения площади* земель по видам их использования:

1. постепенное сокращение площади сельскохозяйственных, в том числе пахотных земель на 2 %;
2. устойчивый рост площадей лесных земель и земель;
3. очень медленный рост количества земель под водными объектами и земель под дорогами и иными транспортными путями;
4. постепенное сокращение количества нарушенных, а также неиспользованных и других земель;

Типы почв:

1. дерново-карбонатные почвы (занимают 2 % территории);
2. дерново-подзолистые (45,1 %);
3. дерново-подзолистые заболоченные (9,0 %);
4. торфяно-болотные (14,4 %);
5. пойменные (8,4 %).

4.3 Рекреационные зоны, нормативы озеленения городских территорий и оздоровительная функция зеленых насаждений. Заповедное дело.

Особо охраняемым природным территориям***.*** Первый в мире национальный парк был создан *в США в 1872* г. Это Йеллоустонский. В Европе первые национальные парки были организованы в Швеции. В настоящее время в мире организовано более *2 300* национальных парков.

Первое издание Красной книги вышло *в 1966 г.* У истоков ее создания стоял сын исследователя Южного полюса Роберта Скотта - Питер Скотт. Все страницы этого издания были окрашены в красный цвет. Первое издание Красной книги Беларуси было предпринято *в 1979* г. В ее страницы попало 80 видов животных и 85 растений. Второе издание Красной книги вышло *в 1993* году(396 - из них 182 животных и 180 растений +грибы, птицы и прочие).

Заповедник – особо охраняемые пространства, полностью исключенные из любой хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов. Подчинены строгому режиму охраны, который запрещает всякую деятельность человека.

Заказник – участок, в пределах которого запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности для обеспечения охраны живых организмов, экологических компонентов, биогеоценозов.

Национальный парк – обширная территория, включающая особо охраняемые природные ландшафты или их части, предназначенная для сохранения природных комплексов в неприкосновенности и для рекреационных целей.

Памятники природы – природные достопримечательности, имеющие научное, историческое значение, а также объекты природы, связанные с какими-либо историческими событиями.

*Санитарно-защитная зона* – полоса, отделяющая промышленное предприятие или загрязненный участок от населенного пункта.

ССЗ от промышленных, животноводческих объектов - полоса шириной от 100 до 1500 м.

По нормам градостроительства, площадь городского парка должна составлять не менее 15 га, сквер должен иметь не менее 0,5 га.

Зеленые насаждения подразделяют на насаждения *общего, ограниченного и специального пользования*. К общему пользованию относятся стадионы, скверы, парки, сады, газоны, одиночные деревья на улицах.

К ограниченному пользованиюотносятся насаждения дворов, приусадебных участков, зеленые массивы лечебных, детских, школьных учреждений и промышленных предприятий.

К насаждениям специального назначения относятся ветрозащитные и противопожарные, санитарные, мелиоративные, водоохранные зоны.

Биоиндикация - метод определения степени загрязненности геофизических сред с помощью живых организмов.В качестве биоиндикаторов используются различные группы организмов: бактерии, грибы, водоросли, лишайники, мхи, некоторые высшие растения (особенно хвойные породы деревьев) Лихеноиндикация - Установлено, что лишайники особенно чутко реагируют на загрязнение атмосферы токсическими веществами. Обладая крайне медленным ростом лишайники чутко реагируют на малейшие изменения параметров окружающей среды, они являются одними из самых надежных и доступных индикаторов состояния воздушной среды

5 САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

5.1 Связь между загрязнением окружающей среды и здоровьем человека.

В глобальном масштабе наиболее крупными загрязнителями являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, нефтехимия, промышленность строительных материалов. Тепловые электростанции, занимают ведущее место среди других отраслей промышленности по загрязнению воздушного бассейна.

В 1930 г. в Бельгии выбросы предприятий **добывающей промышленности** привели к гибели 60 человек. В 1948 г. в американском штат Пенсильвания, устойчивый антициклон с полным безветрием привел к тому, что заводские выбросы покрыли пеленой весь город. 1200 человек получила острое отравление. Двадцать человек погибло. Мексика 1951 год. Сероводород стал виновником смерти 22 служащих завода нефтеперерабатывающего предприятия. В 1952 году катастрофа обрушивается на Англию. Атмосферные выбросы унесли жизни более 4 000 человек. На территории Кувейта после операции «Буря в пустыни» в 1991 г. Отступая из Кувейта, иракцы подорвали свыше 500 нефтяных буровых скважин. Значительная их часть горела на протяжении шести месяцев. Из скважин, которые не воспламенились, нефть стекала в Персидский залив. Сажа поднималась на высоту до 3км— черные дожди выпадали в Саудовской Аравии, Иране, и за 2 000 км от Кувейта. Эксперты установили, что эта катастрофа сопровождалась такими явлениями:

1. Тепловое загрязнение. Такое количество тепла выделяется вследствие лесного пожара на площади 200 га.

2. Сажа от горящей нефти — 12 000 т ежесуточно.

3. Углекислый газ— 1,9 млн т ежесуточно.

4.SO2 — 20 000 т ежесуточно.

Все более мощными загрязнителями воздушного бассейна выступают различные виды **транспорта**. Характерно, что 55% транспортных выбросов это выбросы не от муниципального транспорта, а от частных машин. Специалисты утверждают, что за последние 10 лет вредные выбросы из автомашин увеличились на 36%, из самолетов - на 57%. Заправочный объем лайнера Боинг-747 - 216,54 тонн топлива.

5.2 Водные ресурсы и здоровье человека.

Заболевания, вызванные нечистой водой, можно объединить в пять групп.

*Первая группа* объединяет заболевания при использовании зараженной воды при мытье посуды, продуктов. Это тиф, холера, дизентерия.

*Ко второй группе* относятся заболевания кожи и слизистых оболочек, возникающие главным образом при умывании. Это трахома, чесотка, конъюнктивит, язвы.

*Третья группа* охватывает заболевания, которые вызываются моллюсками, живущими в воде. Они вызывает лихорадку.

*Четвертая группа* - это заболевания, вызываемые живущими в воде насекомыми. Они являются переносчиками малярии, желтой лихорадки, "речная слепота" - болезнь глаз, вызываемая укусом мелкой черной мошки, обитающей на быстрых реках.

*Пятая группа* - заболевания, возникающие из-за несовершенной канализации.

Основными способами очистки сточных вод являются механические, биологические (биохимические), физико-химические. Для ликвидации бактериального загрязнения применяется обеззараживание сточных вод (дезинфекция).

Механический — наиболее доступный метод — применяется главным образом для удаления из сточной жидкости не растворенных и коллоидных частиц органического или минерального происхождения путем простого отстаивания. К приспособлениям механической очистки относятся *песколовки,* применяемые для задержания частиц минерального происхождения; *отстойники*, необходимые для задержания примесей органического происхождения, находящихся во взвешенном состоянии.

Очисткой достигается выделение из бытовых сточных вод до 60 % , а из производственных — до 95 % незатворенных примесей. Она считается оконченной, если, по местным условиям и в соответствии с санитарными правилами, сточные воды можно после дезинфекции спустить в водоем. Чаще механическая очистка является предварительной стадией перед биологической, или, точнее, биохимической очисткой.

Биохимические методы очистки основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов, которые, размножаясь, перерабатывают и тем самым преобразуют сложные органические соединения в простые, безвредные минеральные вещества. Таким образом, удается практически полностью освободиться от органических загрязнителей, остающихся в воде после механической очистки. Сооружения для биологической или биохимической очистки сточных вод могут быть разделены на два основных типа. Сооружения, в которых биологическая очистка происходит в условиях, близких к естественным *(биологические пруды, поля фильтрации, поля орошения), и* сооружения, в которых очистка стоков осуществляется в Искусственно созданных условиях *(биологические фильтры, аэростенки -* специальные емкости). Вариант принципиальной схемы очистки сточных вод представлен на рис. 2.



Рис.1. Принципиальная схема очистки сточных вод

К физико-химическим методам очистки сточных вод относятся:

▼ электрохимический в электрических полях;

▼ электрокоагуляция;

▼ электрофлотация;

▼ ионный обмен;

▼ кристаллизация и др.

Все перечисленные способы очистки сточных вод имеют две конечные цели: *регенерацию* — извлечение из сточных вод ценных веществ *деструкцию*— разрушение загрязняющих веществ и удаление продуктов распада из воды. Наиболее перспективными являются такие технологические схемы, осуществление которых исключает сброс сточных вод.

Эффективным методом борьбы с загрязнением водоемов является внедрение повторного и оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях. Оборотным водоснабжением называется такое водоснабжение, когда вода, забираемая из природного источника, рециркулирует затем в рамках применяемых технологий (охлаждаясь или очищаясь) без сброса в водоем или канализацию. В настоящее время объем оборотного и последовательного использования воды в процентном отношении к общему объему водопотребления на производственные нужды достигает 89 %.

5.3 Основные категории заболеваний.

Кол-во болезней бронхиально-легочной системы связаны с качеством атмосферного воздуха. Кол-во инфекционных заболеваний, почек и желудочно-кишечного тракта с качеством воды. В РБ отмечается рост заболеваемости активными формами туберкулеза. Белстат опубликовал данные об изменении самочувствия белорусов: людей, оценивающих состояние своего здоровья как хорошее, за последнее десятилетие стало на 5,5% больше. Дети - индикатор состояния окружающей среды. Будущий потенциал любой страны определяется здоровьем молодежи. Сегодня наблюдается тенденция «омоложения» заболеваний. Среди студентов 1 курса имеют хронические заболевания 71,6%. Обеспеченность населения врачебными кадрами составила 42 врача на 10 тыс. населения. Выше обеспеченность населения врачебными кадрами в г. Минске — 63 на 10 тыс. населения и Гродненской области — 45,5.

5.4 Вредные производства.

Мингорисполком своим решением 2007 года утвердил план мероприятий по выносу промышленных предприятий за черту города, которые не соответствуют санитарным нормам и признаны вредными для городской среды. Работа эта непростая и будет вестись в несколько этапов.

1.ОАО «Минскдрев», расположенный по ул. Кальварийской, 21, (все работы планируется производить за счет собственных средств предприятия);

2. производственная база СУ-25 ОАО «Минскпромстрой» по ул.Ванеева, 42 (за счет собственных средств и кредитных);

3.филиал «Автобусный парк № 1» по ул. Маяковского, 95 и стоянка автобусного парка № 1 по пер. 2-му Велосипедному (за счет собственных и бюджетных средств);

4.станция диагностики УГАИ ГУВД Мингорисполкома по пр.Дзержинского;

5.КУП «Минскхлебпром» хлебозавод № 1 по ул. Раковской, 25, хлебозавод № 2 по ул.Кропоткина, 33, (за счет средств предприятий и инвестиций);

6.УП «Минский мясокомбинат по ул. Казинца (за счет собственных и бюджетных средств);

7.ОАО «Минская зеркальная фабрика» по пр.Партизанскому, 77а (за счет собственных средств, бюджетных средств).

8. Также предполагается вынести за черту Аэропорт-1,

9. завод отопительного оборудования,

10. 1-я минская птицефабрика. Однако, Минская птицефабрика им. Крупской будет вынесена за город не ранее чем до 2012 года, поскольку «была проведена реконструкция предприятия и эти средства должны быть амортизированы». На освободившихся площадях будут построены жилые дома.

# Модуль 5 Основы энергосбережения

1 ИСЧЕРПАЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ НЕДР

Истощаемые ресурсы - это запасы топлива в недрах земли. Мировой запас угля оценивается в 9-11 трлн.т. (условного топлива) при добыче более 4,2 млрд./год. Наибольшие разведанные месторождения уже находятся на территории США, СНГ, ФРГ, Австралии. Общегеологические запасы угля на территории СНГ составляют 6 трлн.т. /50% мировых/, в т.ч. каменные угли 4,7 и бурые угли – 2,1 трлн.т. Ежегодная добыча угля – более 700 млн.т., из них 40% открытым способом. Мировой запас нефти оценивается в 840 млрд.т. условного топлива, из них 10% - достоверные и 90% - вероятные запасы. Основной поставщик нефти на мировой рынок – страны Ближнего и Среднего Востока. Они располагают 66% мировых запасов нефти, Северная Америка – 4%, Россия – 8-10%. Отсутствуют месторождения нефти в Японии, ФРГ, Франции и многих других развитых странах.

Запасы природного газа оцениваются в 300-500 трлн. м3. Потребление энергоресурсов в мире непрерывно повышается. В расчете на 1 человека потребление энергии за период 1990-2000 г.г. увеличилось в 5 раз. Однако это потребление энергоресурсов осуществляется крайне неравномерно. Примерно 70% мировой энергии потребляют промышленно развитые страны, в которых проживает около 30% населения Земли. В среднем на 1 человека приходится в Японии 1,5-5 т., в США – около 7т., а в развивающихся странах 0,15-0,3т. в нефтяном эквиваленте.

Человечество ещё, по крайней мере, 50 и более лет сможет обеспечить значительную часть своих потребностей в различных видах энергии за счет органического топлива. Ограничить чрезмерное их потребление могут два фактора:

* очевидная исчерпаемость запасов топлива;
* осознание неизбежности глобальной катастрофы из-за увеличения вредных выбросов в атмосферу.

**К ресурсам возобновляемой энергии относятся**:

* сток рек, волны, приливы и отливы, ветер как источники механической энергии;
* градиент температур воды морей и океанов, воздуха, недр земли /вулканов/ как источники тепловой энергии;
* солнечное излучение как источник лучистой энергии;
* растения и торф как источник химической энергии.

**Топливо** - вещество, выделяющее при определенных экономически целесообразных условиях большое количество тепловой энергии, которая в дальнейшем используется непосредственно или преобразуется в другие виды энергии.

Топливо бывает:

* горючее- выделяет тепло при окислении, окислитель- обычно О2, N2, азотистая кислота, перекись водорода и пр.
* расщепляющееся или ядерное топливо (основа ядерной энергетики (уран 235).

Горючее делят на **органическое** и **неорганическое**. Органическое горючее- углерод и углеводород. Горючее бывает **природное** (добытое в недрах земли) и **искусственное** (переработанное природное). Искусственное в свою очередь делится на **композиционное** (полученное механической переработкой естественного, бывает в виде гранул, эмульсий, брикетов) и **синтетическое** (произведенное путем термохимической переработки естественного - бензин, керосин, дизельное топливо, угольный газ и т.д.).

Более 90% потребляемой энергии образуется при сжигании естественного органического топлива 3 видов:

* твердое топливо (уголь, торф, сланцы).
* жидкое топливо (нефть и газоконденсаты).
* газообразное топливо (природный газ, СН4, попутный газ нефти).

Органическое топливо состоит из следующих составляющих: горючая составляющая (органические ингредиенты - С, Н, О, N, S) и негорючая составляющая (состоит из влаги, минеральной части).

Общепринятое слово "горючее" - это топливо, предназначенное для сжигания (окисления). Обычно слово "топливо" и "горючее" воспринимаются как адекватные, т.к. чаще всего "топливо" и бывает представлено "горючим". Однако следует знать и другие разновидности топлива. Так, металлы алюминий, магний, железо и др. при окислении так же могут выделять много теплоты. Окислителем вообще могут быть кислород воздуха, чистый кислород и его модификации (атомарный, озон), азотная кислота, перекись водорода и т.д.

Сейчас в основном используется ископаемое органическое горючее с окислителем - кислородом воздуха.

Различают три стадии преобразования исходного органического материала:

* торфяная стадия - распад высокомолекулярных веществ, синтез новых; при частичном доступе кислорода образуется торф и уголь, без доступа кислорода - нефть и газы;
* буроугольная стадия - при повышенной температуре и давлении идет полимеризация веществ, обогащение углеродом;
* каменноугольная стадия - дальнейшая углефикация.

Жидкая смесь углеводородов мигрировала сквозь пористые породы, при этом образовались месторождения нефти, газа; высокое содержание минеральных примесей приводило к возникновению горючих сланцев.

Твердое и жидкое органическое топливо характеризуется сложностью химического состава, поэтому обычно дается только процентное содержание (элементный или элементарный процентный состав топлива) химических элементов, без указания структур соединений.

Основной элемент, выделяющий теплоту при окислении - это углерод С, менее - водород Н. Особое внимание следует уделять сере S. Она заключена как в горючей, так и в минеральной части топлива. При сжигании сера влияет на коррозионную активность продуктов сгорания, поэтому это - нежелательный элемент. Влага W в продуктах сгорания представлена внешней ("мокрое" топливо), кристаллогидратной, образованной при окислении водорода. Минеральная часть А - это различные окислы, соли и другие соединения, образующие при сжигании золу.

Состав твердого и жидкого топлива выражается в % по массе, при этом за 100% могут быть приняты:

1. рабочая масса - используемая непосредственно для сжигания;
2. аналитическая масса - подготовленная к анализу;
3. сухая масса - без влаги;
4. сухая беззольная масса;
5. органическая масса.

Поэтому, например:



Состав топлива необходим для определения важнейшей характеристики топлива --теплоты сгорания топлива (теплотворная способность топлива).

**Теплота сгорания топлива** -- это количество тепловой энергии, которая может выделиться в ходе химических реакций окисления горючих компонентов топлива с газообразным кислородом, измеряется в кДж/кг для твердого и жидкого, в кДж/м3 - для газообразного топлива.

При охлаждении продуктов сгорания влага может конденсироваться, выделяя теплоту парообразования. Поэтому различают высшую **** - без учета конденсации влаги, и низшую  - теплоту сгорания, при этом:



Средние теплоты сгорания, кДж/кг(кДж/м3) 

мазут ……….………..40200

соляр…………………42000

торф………..………….8120

бурый уголь….……….7900

антрацит……………..20900

природный газ……….35800

Для сравнения различных видов топлива их приводят к единому эквиваленту - **условному топливу**, имеющему теплоту сгорания 20308 кДж/кг (7000 ккал/кг). Для пересчета реального топлива в условное используется тепловой эквивалент:

 ,

* для угля в среднем - 0,718;
* газа природного - 1,24;
* нефти - 1,43;
* мазут - 1,3;
* торфа - 0,4;
* дров - 0,25.

Твердое органическое топливо по степени углефикации делится на древесину, торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит.

Важной характеристикой, влияющей на процесс горения твердого топлива, является выход летучих веществ (убыль массы топлива при нагреве его без кислорода при 850оС в течение 7 мин). По этому признаку угли делят на бурые (выход летучих более 40%), каменные (10 - 40%), антрациты (менее 10%). Воспламеняемость антрацитов поэтому хуже, но  выше. Это надо учитывать при организации процесса сжигания.

**Зола** - порошкообразный горючий остаток, образующийся при полном окислении горючих элементов, термического разложения и обжига минеральных примесей.

**Шлак** - спекшаяся зола.

Эти продукты сгорания оказывают большое влияние на КПД топочного оборудования (загрязнения, зашлаковка), надежность работы (разрушение обмуровок, пережог труб).

Нефть в сыром виде редко используется как топливо, чаще всего для этой цели идут нефтепродукты. В зависимости от температуры перегонки нефтепродукты делят на фракции: бензиновые (200-225оС); керосиновые (140-300оС); дизельные (190-350оС); соляровые (300-400оС); мазутные (более 350оС). В котлах котельных и электростанций обычно сжигается мазут, в бытовых отопительных установках - печное бытовое (смесь средних фракций).

К природным газам относится газ, добываемый из чисто газовых месторождений, газ конденсатных месторождений, шахтный метан и др. Основной компонент природного газа - метан. В энергетике используется газ, концентрация СН4 в котором выше 30% (за пределами взрывоопасности).

Искусственные горючие газы - результат технологических процессов переработки нефти и других горючих ископаемых (нефтезаводские газы, коксовый и доменный газы, сжиженные газы, газы подземной газификации угля и др.).

Из композиционных топлив, как наиболее употребительное, можно назвать брикеты - механическая смесь угольной или торфяной мелочи со связующими веществами (битум и др.), спрессованная под давлением до 100 МПа в специальных прессах.

Синтетическое топливо (полукокс, кокс, угольные смолы) в Беларуси не используется.

Расщепляющееся топливо - вещество, способное выделять большое количество энергии за счет торможения продуктов деления тяжелых ядер (урана, плутония). В качестве ядерного топлива используется природный изотоп урана , доля которых во всех запасах урана менее 1%.

Природное топливо располагается в земной коре. Запасы угля в мире оцениваются в 14 триллионов тон (Азия - 63%, Америка - 27%). Основные запасы угля - Россия, США, Китай. Все количество угля можно представить в виде куба со стороны 21 км; из него ежегодно "выедается" человеком на свои разносторонние нужды "кубик" с ребром 1,8 км. Очевидно, при таком темпе потребления этого угля хватит на срок порядка 1000 лет. Поэтому, в общем разговоры о топливных и энергетических кризисах скорее имеют политическую, чем ресурсную подоплеку. Другое дело - уголь тяжелое, неудобное топливо, имеющее много минеральных примесей, что усложняет его использование, но главное - запасы его распределения крайне неравномерно.

Общеизвестны страны, обладающие самыми богатыми месторождениями нефти, при этом разведанные запасы нефти все время увеличиваются; прирост идет в основном за счет морских шельфов. Если некоторые страны берегут свои запасы в земле (США), другие (Россия) интенсивно их "выкачивают". Общие запасы нефти в мире ниже, чем угля, но более удобное для использования топливо, особенно в переработанном виде. После подъема через скважину нефть подается потребителям в основном нефтепроводами, железной дорогой, танкерами, расстояние может достигать нескольких тысяч километров. Поэтому в себестоимости нефти существенную долю имеет транспортная составляющая. Энергосбережение при добычи и транспортировке жидкого топлива заключается в уменьшении расхода электроэнергии на прокачку (удаление вязких парафинистых компонентов, нагрев нефти, применение экономичных насосов, увеличение диаметров нефтепроводов).

Природный газ располагается в залежах, представляющих собой купола из водонепроницаемого слоя (типа глины), под которым в пористой среде (передатчик) под давлением находится газ, состоящая в основном из СН4. На выходе из скважины газ очищается от песчаной взвеси, капель конденсата и других включений и подается на магистральный газопровод диаметром 0,5…1,5 м длиной несколько тысяч километров. Давление газа в газопроводе поддерживается на уровне 5 МПа при помощи компенсаторов, установленных через каждые 100…150 км. Компрессоры вращаются газовыми турбинами, потребляющими газ, общий расход газа составляет 10…12% от всего прокачиваемого. Поэтому транспорт газообразного топлива весьма энергозатратен. Транспортные расходы намного ниже для сжигания газа, но и доля его потребления мала. Энергосбережение при добычи и транспорте газообразного топлива заключается в использование передовых технологий бурения, очистки, распределения, повышения экономичности газотурбинных установок для привода компрессоров магистралей.

Для всех видов топлива коэффициент извлечения из недр составляет 0,3…0,6, а для его увеличения требуется существенные затраты.

Основные типы электростанций.

**Электрическая станция –** предприятие или установка, вырабатывающая электроэнергию путем преобразования других видов энергии.

Электрические станции вырабатывают электрическую и тепловую энергию для нужд народного хозяйства страны и коммунально-бытового обслуживания. В зависимости от источника энергии различают:

* тепловые электростанции (ТЭС);
* гидроэлектрические станции (ГЭС);
* атомные станции (АЭС) и др.

**Тепловые электрические станции.**

К тепловым электрическим станциям относятся конденсационные электростанции (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

В состав государственных районных электростанций (ГРЭС), обслуживающих крупные промышленные районы, как правило входят конденсационные электростанции, используется органическое топливо и не вырабатывается тепловой энергии наряду с электрической. ТЭЦ работают также на органическом топливе, но в отличие от КЭС наряду с электроэнергией производят горячую воду и пар для нужд теплофикации.

До настоящего времени ТЭС производят основную часть вырабатываемой энергии. По существующим оценкам ТЭС потребляют свыше трети добываемого в мире топлива.

На этих станциях могут применяться различные виды топливных ресурсов: твёрдые: угли и горючие сланцы, жидкие: мазут, дизельное и газотурбинное топливо и газообразные: природный газ – наиболее экологически чистое энергетическое топливо.

На протяжении многих лет наблюдался рост мощностей электростанций по экологическим соображениям. При увеличении мощности электростанции значительно снижаются удельные затраты на сооружение водоснабжения, на железнодорожные пути и автодороги, на подсобно-вспомогательные сооружения. Большое значение имеет также увеличение единичной мощности агрегатов электростанций. Наиболее эффективным техническим средством для достижения высоких экономических показателей ТЭС является повышение параметров пара. Экономическую эффективность мощных энергоблоков с высокими параметрами пара можно проиллюстрировать такими данными: электростанции с блоками по 300 МВТ на 240атм обеспечивают экономию топлива почти на 44% по сравнению с электростанциями, сооружавшимися по плану ГОЭЛРО с агрегатами по 10-16 МВТ на 16-18атм. ТЭС оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, осуществляя выбросы продуктов сгорания, золы тепловые сбросы, выбросы загрязненных сточных вод.

**Гидроэлектростанции.** В своё время бывший СССР занимал второе место в мире по уровню развития гидроэнергетики.

Одной из основных экономических особенностей эксплуатации ГЭС является высокая производительность труда. Затраты труда на единицу мощности на них почти в 10 раз меньше, чем на ТЭС (с учётом затрат труда на добычу топлива и его транспорт).

Гидроэлектростанции сооружались каскадами, тогда полнее используются энергетические ресурсы. В бывшем СССР крупнейшим каскадом ГЭС являлся Ангарский и Енисейский. ГЭС часто относят к энергоустановкам, использующим возобновляемые источники энергии. Однако по сравнению с другими видами природных ресурсов преобразование гидроэнергии в электричество приводит к значительным воздействиям на окружающую среду. Для ГЭС необходимо сооружать значительные водохранилища в верхнем бьефе перед платиной, что приводит к существенному затоплению прилегающей территории и влияет на рельеф побережья в зоне станции.

Атомные электрические станции.

**В настоящее время в мире работает 425 атомных реакторов. В 1993г. Франция получала от АЭС 72,9% электроэнергии, Бельгия – 65%, Швеция – 45%, ФРГ – 30,1%, Япония – 37,7%, Украина – 25%, США – 22,3%, Канада – 15,2%.**

Атомные электростанции не выбрасывают в атмосферу вредных веществ, вызывающих парниковый эффект или кислотные дожди, поэтому некоторые специалисты поспешили объявить ядерную энергетику экологически чистой. Чернобыльская катастрофа заставила пересмотреть планы развития атомной энергетики во многих государствах. Так, в США были аннулированы заказы на 173 новых блока АЭС, в Германии не 27, в Англии на 13, во Франции на 12.

Вот мнение иностранных экспертов: ”Ядерная энергетика практически повсюду неконкурентна. Более жёсткими становятся экологические требования к АЭС. Экономисты Мирового банка заявляют, что атомная энергия не может соревноваться с энергией, производимой на тепловых станциях, стоит только подсчитать издержки от вывода из эксплуатации старых реакторов и утилизации отработанного топлива”.

***Показатели энергосистемы Республики Беларусь*:**

Территория, тыс. км2 208

Численность населения, млн. чел 10.3

Потребление электроэнергии

на душу населения, кВтч/год 3107

Производство электроэнергии 24.8 млрд.кВтч

Потребление электроэнергии 32.0 млрд.кВтч

Импорт электроэнергии 7.2 млрд.кВтч

***Отпуск тепловой энергии***

С паром на производственные нужды 10.0 млн. ГКал

С горячей водой на отопление и пр. 25.6 млн. ГКал

Всего 35.6 млн. ГКал

в т.ч. из отборов турбин 21.7 млн. ГКал

***Установленная мощность электростанций:***

* Конденсационные 2 3330.0 МВт
* Теплоэлектроцентрали 20 3879.9 МВт
* Гидроэлектростанции 9 6.8 МВт
* Промышленные 9 88.0 МВт
* Энергосистема, всего 40 7304.7 МВт

***Протяжённость линий электропередач***

* Напряжение 750 кВ 418 км
* Напряжение 330 кВ 3951 км
* Напряжение 220 кВ 2279 км
* Напряжение 110 кВ 15957 км

***Протяжённость тепловых сетей***

* Магистральных 739.6 км
* Распределительных1285.0 км

Примерно половина всей белорусской электроэнергии производится на двух ГРЭС – Березовской и Новолукомльской.

Новолукомльская ГРЭС была введена в эксплуатацию в 1969г. и 1974г. На ней установлено 8 турбин К-300-240, общая мощность которых составляет 3400 МВт. Помимо этого, здесь установлено 8 котлов ТГМП-114 и ТГМП-314 с производительностью 950 тонн пара в час каждый.

Березовская ГРЭС во всех отношениях скромнее. Строилась она ещё в начале 60-х, когда энергосистема Беларуси только начала создаваться. С 1960 по 1967г.г. здесь было введено в строй 6 турбин общей мощностью 920 МВт.

Причиной критики в адрес этих электростанций является неэкономичность их работы: КПД ГРЭС составляет 40-45%. Пар выбрасывается в атмосферу невостребованным.

По гораздо более экономичному циклу работают ТЭЦ /теплоэлектроцентрали/. Здесь пар не выбрасывается, и КПД ТЭЦ составляет 90%. Всего в РБ насчитывается 20 ТЭЦ. Их совокупная мощность более половины общей мощности белоруской энергосистемы. ТЭЦ в крупных городах строились с тем, чтобы обеспечивать энергопотребности предприятий города. Беларусь, расположенная в центре Европы, обладает достаточно хорошими возможностями вовлечения в энергобаланс различных возобновляемых источников энергии. Согласно оценкам специалистов, освоение характерных для Беларуси возобновляемых источников позволит произвести количество энергии, эквивалентное сжиганию 18-20 млн.т. условного топлива в год. Это более 50% от потребляемого в 1995г. топлива

2 НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

**Возобновляемые** - это ресурсы, энергия которых непрерывно восстанавливается природой: энергия рек, морей, океанов, солнца, ветра, земных недр и т.п.

**Невозобновляемые** - это ресурсы, накопленные в природе ранее, в далекие геологические эпохи, и в новых геологических условиях практически не восполняемые (органические топлива: уголь, нефть, газ). К невозобновляемым энергоресурсам относится также ядерное топливо.

Энергетика на ископаемом топливе (тепловые, конденсационные электрические станции, котельные) стала традиционной. Однако оценка запасов органического топлива на планете с учетом технических возможностей их добычи, темпов расходования в связи с ростом энергопотребления показывает ограниченность запасов. Особенно это касается нефти, газа, высококачественного угля, представляющих собой ценное химическое сырье, которое сжигать в качестве топлива нерационально и расточительно. Отрицательное влияние оказывает сжигание больших количеств топлива в традиционных энергетических установках на окружающую среду: загрязнение, изменение газового состава атмосферы, тепловое загрязнение водоемов, повышение радиоактивности в зонах ТЭС, общее изменение теплового баланса планеты.

Практически неисчерпаемы возможности ядерной и термоядерной энергетики, но с нею связаны проблемы теплового загрязнения планеты, хранения радиоактивных отходов, вероятных аварий энергетических гигантов. В связи с этим во всем мире отмечается повышенный интерес к использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Их природа определяется процессами на Солнце, в глубинах Земли, гравитационным взаимодействием Солнца, Земли и Луны. Установки работающие на возобновляемых источниках, оказывают гораздо меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные потоки энергии, естественно циркулирующие в окружающем пространстве. Экологическое воздействие энергоустановок на возобновляемых источниках в основном заключается в нарушении ими естественного ландшафта. В настоящее время возобновляемые энергоресурсы используются незначительно. Их применение крайне заманчиво, многообещающе, но требует больших расходов на развитие соответствующей техники и технологий. При ориентации части энергетики на возобновляемые источники важно правильно оценить их долю, технически и экономически оправданную для применения. Эта задача - оценить, использовать потенциал возобновляемых ресурсов, найти их место в топливно-энергетическом комплексе - стоит перед экономикой Беларуси. Ее решение поможет смягчить дефицитность энергосистемы республики, позволит снизить зависимость от импорта энергоресурсов, будет способствовать стабильности экономики и политической независимости.

При планировании энергетики на возобновляемых источниках важно учесть их особенности по сравнению с традиционными невозобновляемыми. К ним относятся следующие.

* 1.Периодичность действия в зависимости от неуправляемых человеком природных закономерностей и, как следствие, колебания мощности возобновляемых источников от крайне нерегулярных, как у ветра, до строго регулярных, как у приливов.
* 2.Низкие, на несколько порядков ниже, чем у возобновляемых источников (паровые котлы, ядерные реакторы), плотности потоков энергии и рассеянность их в пространстве. Поэтому энергоустановки на возобновляемых источниках эффективны при небольшой единичной мощности и прежде всего для сельских районов.
* 3.Применение возобновляемых ресурсов эффективно лишь при комплексном подходе к ним. Например, отходы животноводства и растениеводства на агропромышленных предприятиях одновременно могут служит сырьем для производства метана, жидкого и твердого топлива, а также удобрений.
* 4.Экономическую целесообразность использования того или иного источника возобновляемой энергии следует определять в зависимости от природных условий, географических особенностей конкретного региона, с одной стороны, и в зависимости от потребностей в энергии для промышленного, сельскохозяйственного производства, бытовых нужд, с другой. Рекомендуется планировать энергетику на возобновляемых источниках для районов размером порядка 250 км. При выборе источников энергии следует иметь в виду их качество. Последнее оценивается долей энергии источника, которая может быть превращена в механическую работу. Электроэнергия обладает высоким качеством. С помощью электродвигателя более 95% ее можно превратить в механическую работу. Качество тепловой энергии, получаемой в результате сжигания топлива на тепловых электростанциях, довольно низкое - около 30%.

Возобновляемые источники энергии по их качеству условно делят на три группы:

1.Источники механической энергии, обладающие довольно высоким качеством:

* ветроустановки - порядка 30%,
* гидроустановки - 60%,
* волновые и приливные станции - 75%.

2.Источники тепловой энергии:

* прямое или рассеянное солнечное излучение,
* биотопливо, обладающее качеством не более 35%.

3.Источник энергии, использующие фотосинтез и фотоэлектрические явления, имеют различное качество на разных частотах излучения; в среднем КПД фотопреобразователей составляет порядка 15%.

Основными нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии для Беларуси являются гидро-, ветроэнергетические, солнечная энергия, биомасса, твердые бытовые отходы. Солнечная энергетика. Известно два направления использования солнечной энергии. Наиболее реальным является преобразование солнечной энергии в тепловую и использование в нагревательных системах. Второе направление - системы непрямого и прямого преобразования в электрическую энергию.

2.1 Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую.

Солнечные нагревательные системы могут выполнять ряд функций:

* подогрев воздуха, воды для отопления и горячего водоснабжения зданий в районах с холодным климатом;
* сушку пшеницы, риса, кофе, других сельскохозяйственных культур, лесоматериалов для предупреждения их поражения насекомыми и плесневыми грибками;
* поставлять теплоту, необходимую для работы абсорбционных холодильников;
* опреснение воды в солнечных дистилляторах;
* приготовление пищи;
* привод насосов.

В системах непрямого преобразования в электрическую - на гелиотермических электростанциях солнечная энергия, аналогично энергии органического топлива на ТЭС, превращается в тепловую энергию рабочего тела, например, пара, а затем в электрическую. Можно создать гелиотермические электростанции мощностью до нескольких десятков - сотен мегаватт. Концентрация солнечной энергии может осуществляться с помощью рассредоточенных коллекторов в форме параболоидов диаметром более 30м. Каждый из них независимо следит за Солнцем и передает его энергию теплоносителю. Альтернативный вариант - солнечные электростанции башенного типа. На них системы плоских зеркал, расположенные на большой площади, отражают солнечные лучи на центральный теплоприемник на вершине башни. К сожалению, КПД преобразования солнечной энергии в электрическую на гелиотермических электростанциях составляет не более 10%, а стоимость получаемой электроэнергии несопоставима с ее стоимостью на ТЭС и даже АЭС. Серьезная проблема - непостоянство солнечного излучения в течении суток, его зависимость от времени года. Для обеспечения круглосуточного энергоснабжения требуется аккумулирование энергии. В этой связи рациональна совместная работа гелиотермической и гидроаккумулирующей электростанций. Заманчиво и многообещающе прямое превращение солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных элементов, в которых используется явление фотоэффекта. В настоящее время наиболее совершенны кремниевые фотоэлементы. Их КПД составляет не более 15%, и они очень дороги. Предложено два варианта реализации принципа фото-электрического преобразования. Первый заключается в создании солнечных станций на искусственных спутниках Земли, оборудованных солнечными панелями из фотоэлементов площадью от 20 до 100 км2 в зависимости от мощности станции. Вырабатываемая на спутниках электроэнергия будет преобразовываться в электромагнитные волны в микроволновом диапазоне частот, направляться на Землю, где принимается приемной антенной. Второй предполагает монтаж сборных панелей солнечных фотоэлектрических элементов в малонаселенных и малоиспользуемых пустынных районах Земли.

*Рис.3.4*

Для территории Беларуси свойственны относительно малая интенсивность солнечной радиации и существенное изменение ее в течение суток года. В этой связи необходимо отчуждение значительных участков земли для сбора солнечного излучения, весьма большие материальные и трудовые затраты. Поэтому для нашей республики реально использование солнечной энергии для сушки кормов, семян, фруктов, овощей, подъема и подогрева воды на технологические и бытовые нужды. В результате возможная экономия топливно-энергетических ресурсов оценивается всего в 5000 у.т./год.

Гидроэнергетика - это область наиболее развитой энергетики на возобновляемых ресурсах, использующая энергию падающей воды, волн и приливов. Цель гидроэнергетических установок - преобразование потенциальной энергии воды в механическую энергию вращения гидротурбины. С помощью плотины в водохранилище создается запас потенциальной энергии воды. Через подводящий (напорный) водопровод вода под напором подается на турбину, с помощью которой кинетическая энергия падающей воды превращается в механическую энергию вращения турбины и далее вала электрогенератора. КПД превращения энергии воды в электрическую энергию в гидроэнергетических установках оказывается порядка 50%.

Основные параметры, от которых зависит мощность ГЭС,- это расход воды, т.е. количество воды, подаваемой на турбину в единицу времени, и напор-перепад между водной поверхностью водохранилища и уровнем установки гидроагрегата. Поэтому мощность ГЭС, количество и стоимость вырабатываемой ею электроэнергии в конечном итоге зависят от типографических условий в районе размещения водохранилища и ГЭС.

Наиболее сложные проблемы гидроэнергетики - ущерб, наносимый окружающей среде водохранилищами (уничтожение уникальной флоры и фауны, затопление плодородных почв, климатические изменения, потенциальная угроза землетрясений и др.), заиливание гидротурбин, их коррозия, большие капитальные затраты на сооружение ГЭС. Вырабатываемую ГЭС энергию легко регулировать, и она преимущественно используется для покрытия пиковой части графика нагрузки энергосистем с целью улучшения работы базисных электростанций (ТЭС, КЭС, АЭС). Гидроресурсы Беларуси оцениваются в 1000 МВт. Однако практически реализуемый потенциал малых рек и водотоков Беларуси составляет едва ли 10% этой величины, что эквивалентно экономии 0,1 млн. тонн условного топлива. Для достижении большего пришлось бы затопить значительные площади из-за равнинного характера рек. К концу 60-х годов в Беларуси эксплуатировалось около 180 малых ГЭС (МГЭС) общей мощностью 21 МВт. В настоящее время осталось лишь 6 действующих МГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) предполагается сооружать для использования избыточной мощности при снижении потребления электроэнергии в ночное время и нерабочие дни при вводе в Белорусской энергосистеме энергоисточников на ядерном топливе.

При малых нагрузках в энергосистеме электроэнергия от базисных электростанций (ТЭС, АЭС) может использоваться в действии насосов, перекачивающих воду нижнего водохранилища в верхнее. В периоды пика вода пропускается обратно в нижнее водохранилище, проходя через гидроагрегат и вырабатывая дополнительную электроэнергию для пиковых нагрузок. Возможны надземный и подземный варианты сооружения ГАЭС.

Основные направления развития гидроэнергетики РБ является восстановление старых МГЭС путем капитального ремонта и частичной замены оборудования; сооружение новых МГЭС на водохранилищах неэнергетического (комплексного) назначения, на промышленных водосбросах; строительство бесплотинных ГЭС на реках со значительным расходом воды.

2.2 Ветроэнергетика.

Энергия ветра на земном шаре оценивается в 175-219 тыс. ТВт/ч в год. Это примерно в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете. Постоянные воздушные течения к экватору со стороны северного и южного полушарий образуют систему пассатов. Существуют периодические движения воздуха с моря на сушу и обратно в течении суток - бризы и года - муссоны. Полезно может быть использовано лишь 5% указанной величины энергии ветра. Используется же значительно меньше.

Энергию ветра человек начал применять в глубокой древности для приведения в движении парусных кораблей, мельничных колес. В наше время она используется для выработки электроэнергии. Это - наиболее эффективный способ утилизации энергии ветра. В ветроэнергетической установке (ВЭУ) кинетическая энергия движения воздуха превращается в энергию вращения ротора генератора, который вырабатывает электроэнергию. Выходная мощность установки пропорциональна площади лопастей ветрового ротора и скорости ветра в кубе. Поэтому ветроэнергетические установок большой мощности оказываются крупногабаритными, ведь скорость ветра в среднем бывает небольшой.

Для защиты от разрушения сильными случайными порывами ветра установки проектируется со значительным запасом мощности. Трудности в использовании ветроустановок связаны с непостоянством скорости ветра. Приходится управлять частотой вращения ветроколеса и согласовывать ее с частотой вращения электрогенератора. Кроме того, в периоды безветрия электроэнергия не производится. Для исключения перебоев в электроснабжении ВЭУ должны иметь аккумуляторы энергии. Крупномасштабное применение ВЭУ в каком-то одном районе может вызвать значительные климатические изменения, испортить ландшафт, ВЭУ создают шум и электромагнитные помехи.

Научные разработки и исследования ориентированы на использование ВЭУ по двум направлениям: в региональных энергосистемах и для местного (автономного) энергоснабжения. Функционируют ВЭУ мощностью до 20 кВт, и созданы установки мощностью до 3-4 МВт. Срок службы таких генераторов порядка 20 лет. Стоимость вырабатываемой ими электроэнергии будет меньше, чем на ТЭС на жидком топливе. Устанавливаться такие ВЭУ могут на открытых равнинных местах. Ветроустановки мощностью от 10 до 100 кВт для автономного энергоснабжения жилых помещений, ферм и других потребителей могут применяться в странах с высоким жизненным уровнем.

Территория Республики Беларусь находится в умеренной ветровой зоне. Стабильная скорость ветра составляет 4-5 м/с и соответствует нижнему пределу устойчивой работы отечественных ВЭУ. Это позволяет использовать лишь 1.5-2.5% ветровой энергии. Поэтому ветроэнергетику можно рассматривать в качестве вспомогательного энергоресурса, решающего местные проблемы, например, отдельных фермерских хозяйств. Основными направлениями использования ВЭУ в нашей республике на ближайший период будет их применение для привода насосных установок и как источников энергии для электродвигателей. Готовиться к серийному выпуску ветроустановка ротационного типа (рис.3.7) мощностью 5-8 кВт, устойчиво работающая при скорости ветра 3.5 м/с. Разрабатывается и готовиться к испытаниям более мощная ВЭУ с горизонтальным ветроколесом. Автономные ВЭУ обязательно должны комплектоваться резервными источниками электроэнергии или аккумуляторными батареями.

Энергия биомассы. Под действием солнечного излучения в растениях образуется органические вещества и аккумулируется химическая энергия. Этот процесс называется фотосинтезом. Животные существуют за счет прямого или косвенного получения энергии и вещества от растений. Этот процесс соответствует трофическому уровню фотосинтеза. В результате фотосинтеза происходит естественное преобразование солнечной энергии.

Вещества, из которых состоят растения и животные, называют **биомассой**. Посредством химических или биохимических процессов биомасса может быть превращена в определенные виды топлива: газообразный метан, жидкий метанол, твердый древесный уголь. Продукты сгорания биотоплива путем естественных экологических или сельскохозяйственных процессов вновь превращаются в биотопливо. Энергия биомассы может использоваться в промышленности, домашнем хозяйстве. Так, в странах, поставляющих сахар, за счет отходов его производства покрывается до 40% потребностей в топливе. Биотопливо в виде дров, навоза и ботвы растений применяется в домашнем хозяйстве примерно 50% населения планеты для приготовления пищи, обогрева жилищ.

Существуют различные энергетические способы переработки биомассы:

* термохимические (прямое сжигание, газификация, пиролиз);
* биохимические (спиртовая ферментация, анаэробная переработка, биофотолиз);
* агрохимические (экстракция топлива).

Получаемые в результате переработки виды биотоплива и ее КПД приведены в таблице 4.

Таблица 4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источник биомассы или топлива | Производимое биотопливо | Технология  переработки | КПД  переработки, % |
| Лесоразработки | теплота | сжигание | 70 |
| Отходы переработки древесины | Теплота, газ, нефть,  уголь | Сжигание, пиролиз | 70 - 85 |
| Зерновые | солома | сжигание | 70 |
| Сахарный тростник, сок | этанол | сбраживание | 80 |
| Сахарный тростник, отходы | жмых | сжигание | 65 |
| Мусор | теплота | сжигание | 50 |

В последнее время появились проекты создания искусственных энергетических плантаций для выращивания биомассы и последующего преобразования биологической энергии. Для получения тепловой мощности, равной 100 Мвт, потребуется около 50 м2  площади энергетических плантаций. Более широкий смысл имеет понятие энергетических ферм, которое подразумевает производство биотоплива как основного или побочного продукта сельскохозяйственного производства лесоводства, речного и морского хозяйства, промышленной и бытовой деятельности человека. В климатических условиях Беларуси с 1га энергетических плантаций собирается масса растений в количестве до 10 т сухого вещества, что эквивалентно примерно 5т у.т. при дополнительных агроприемах продуктивность 1га может быть повышена в 2-3 раза. Наиболее целесообразно использовать для получения сырья выработанные торфяные месторождения площадь которых в республике составляет около 180 тыс. га. Это может стать стабильным, экологически чистым и биосферно-совместимым источником энергетического сырья. Весьма многообещающе для Беларуси использование в качестве биомассы отходов животноводческих ферм и комплексов. Получение из них биогаза может составить на уровне 2000 г. около 890 млн. куб. м в год, что эквивалентно 160 тыс. т у.т. Сдерживающим фактором развития биогазовых установок в республике являются продолжительные зимы, большая металлоемкость установок, неполная обеззараженность органических удобрений.

Загрязнение земель, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха во всевозрастающей степени связано с накоплением отходов производства и потребления. Количество отходов в мире ежегодно возрастает и, по некоторым оценкам, достигло уже критической массы. Для их размещения из хозяйственного оборота изымаются все новые и новые земли. Образование и накопление отходов производства и потребления ведет к нарушению экологического равновесия природной среды и представляет реальную угрозу здоровью людей. Все отходы, в зависимости от источников их образования, делятся на производственные и бытовые (отходы потребления).

Отходы производства — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции или выполнения работ, потерявшие полностью или частично исходные потребительские качества; а также попутные вещества, которые образуются в процессе производства и не находят использования в этом производстве. По своему физико-химическому составу отходы делятся на твердые, жидкие и газообразные. Примером последних могут служить газы, образующиеся при разложении мусора, или газы предприятий. Жидкие отходы представляют собой вещества, растворенные в использованной воде, сбрасываемые в открытые водоемы, канализацию или поступающие на очистные сооружения, где они превращаются в твердые осадки. Но основной объем составляют твердые отходы, образующиеся по всей цепочке переработки сырьевых ресурсов.

Отходы потребления — изделия и материалы, которые потеряли свои потребительские свойства в результате физического или морального их износа. К отходам потребления относятся и твердые бытовые отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности людей.

Особую группу составляют опасные отходы, которые в результате их реакционной способности или токсичности создают непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека или состояния окружающей среды самостоятельно, а также при вступлении в контакт с другими веществами (отходами) и окружающей средой.

На территории Беларусиежегодно образуется более 22 млн. т отходов производства и производственного потребления. Из них используется (утилизируется) не более 16 %, остальные, как правило, вывозятся на полигоны, накапливаются; хранятся на территории предприятий; сжигаются, сливаются в канализацию, водоемы; вывозятся в несанкционированные места. В жилых и общественных зданиях (школах, вузах, детсадах, магазинах, столовых и т.д.) образуются твердые бытовые отходы (ТБО). Содержание органического вещества в них составляет 40-75%, углеводов - 35-40%, зольность - 40-70%. Горючие компоненты в ТБО равны 50-88%. Их теплотворная способность - 800-2000 ккал/кг. Бытовые отходы содержат такие трудноразлагаемые химические элементы, в их числе хлорорганические и токсичные. В большей степени ТБО обогащены кадмием, оловом, свинцом и медью. В мировой практике получение энергии из ТБО осуществляется сжиганием или газификацией. В Японии, Дании, Швейцарии сжигается около 70% твердых бытовых отходов, остальная часть складируется на полигонах или компостируется. В США сжигается около 14% ТБО, в Германии - 30%, Италии - 25%. В Республике Беларусь ежегодно накапливается 2.4 млн.т ТБО с потенциальной энергией 470 тыс. т у.т. Учитывая бедность республики энергетическими ресурсами, необходимо вовлечь ТБО в ее энергопотенциал путем применения прогрессивных технологий, заимствованных из опыта других стран либо развернуть исследования и создать собственные технологии переработки ТБО.

Общие возможности экономии ТЭР за счет применения нетрадиционных и возобновляемых источников для условий РБ ограничены. Они оцениваются в 200-540 тыс. т у.т. в год, т.е. порядка 0.5-1% общих потребностей Беларуси в ТЭР. Основными потребителями возобновляемых энергоресурсов могут стать объекты сельского хозяйства. Возобновляемые источники энергии могут решать в основном локальные задачи энергообеспечения и служить необходимым дополнением к традиционной энергетике на органическом топливе и ядерной энергетике.

3 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Тепловые потери в деталях строений. Эффективная теплоизоляция зданий и сооружений. Частные домовладельцы в западных странах используют почти 30% всей получаемой энергии, что составляет почти столько же, сколько и промышленность, и больше, чем весь, вместе взятый, транспорт. Большая часть расходуемой энергии (80%) идет на отопление помещений. В Беларуси в настоящее время строится огромное количество коттеджей, и мало кто из хозяев обращает внимание на такие "мелочи", как теплоизоляция и энергосбережение, хотя затраты на отопление 1м2 в Беларуси относятся как 1:2,5 к соответствующим показателям западных стран. Необходимая для осуществления жизненных функций энергия, а точнее, ее получение и использование, связано с нагрузкой на окружающую среду: добыча угля, нефти, газа, ядерного топлива, эмиссия продуктов сгорания, тепловое загрязнение окружающей среды.

Жилища, которые теперь разрабатываются или модернизируются, определяют и новые пределы потребления энергии и теплового давления на окружающую среду, а так же цены на энергию в будущем. Энергосберегающие мероприятия так же являются средством сокращения общего энергопотребления. Несмотря на снижение мировых цен на нефть в 80-е годы, мы должны хорошо осознавать глобальную тенденцию повышения цен на энергию, что особенно актуально для Беларуси. Возможным является резкий скачок мировых цен, как это показал кувейтский кризис. Как сознательный хозяин своего дома, каждый человек должен самостоятельно принимать решения при строительстве своего жилья в вопросах будущего энергопотребления, а не оставлять этой проблемы специалистам. Этим вы делаете вклад в свое счастливое будущее.

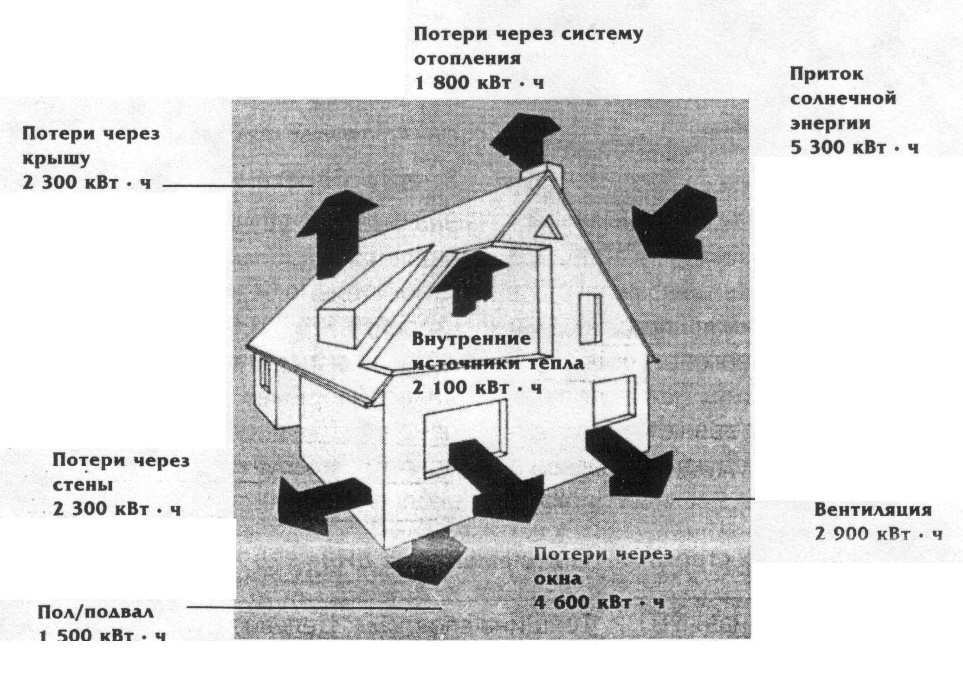
При применение известной во многих странах строительной и теплозащитной технологии появляется возможность удержать годовое потребление энергии в пределах 30-70 кВт∙ч/м2 жилой площади. Это примерно соответствует потреблению 3-7 л нефти или 3-7 м3 газа на 1 м2 жилой площади в год.

Что такое дом с низким энергопотреблением? В дальнейшем ДНЭ - это такое сооружение (площадь 11х14м, жилая –190м2, окна – 50 м2, крыша – 190 м2, подвал – 154 м2, наклон крыши – 450), которое потребляет очень немного тепловой энергии, меньше 70 кВт∙ч/м2 в год (от 70 до 30 кВт∙ч/м2). Это соответствует годовому потреблению тепловой энергии от 300 до 700 м3 газа при жилой площади 100 м2. Кроме этого, ДНЭ отличается также малым потреблением энергии для обеспечения горячей водой.

**Коэффициент теплопередачи** (КТП) – единица, которая обозначает прохождение теплового потока мощностью 1 Вт сквозь элемент строительной конструкции площадью 1 м2 при разнице внутренней и внешней температур в 1 оС

Тепловые показатели дома с низким энергопотреблением (пример):

* средний КТП: 0.3 Вт/м2 С;
* норма воздухообмена: 0.3 раз в час;
* КПД обогревающего устройства: 0.78;
* годовое потребление тепловой энергии: 42 кВт⋅ч на 1 м2  жилой площади.



*Рис.1. Годовые приток и потери энергии дома.*

Для достижения низкого уровня потребления ДНЭ не обязательно применять специальные или экзотические архитектурные формы. Радикальное уменьшение потребности в тепловой энергии возможно без отказа от современного жизненного комфорта и разнообразных строительных форм, как для одноквартирного, так и для многоквартирных домов.

При рациональном подходе и хорошем планировании они могут быть уменьшены, например, если вы используете в качестве наполнителя самонесущих каркасных стен прессованную солому или легкие глиносоломенные смеси. Кроме пользы для окружающей среды, низкое потребление энергии экономит затраты на отопление, а это также означает более высокую степень уверенности с точки зрения перспективного повышения цен на энергоресурсы. Кроме сохранения уютного домашнего климата и комфорта, ДНЭ предлагает также наилучшие решения для использования регенеративных источников энергии (например, солнечные коллекторы для подогрева воды). Система уменьшения водо- и энергопотребления представляет собой естественное дополнение ДНЕ-концепции. Большинство домовладельцев имеют ограниченные денежные средства, и не все, что хотелось бы осуществить, является достижимым. Ошибочной является экономия на теплоизоляции дома, так как ее почти невозможно улучшить в будущем.

**Основные принципы достижения низкого энергопотребления:**

1. Хорошие теплоизолирующие свойства строительных элементов (стен, окон, крыши, пола, подвала).
2. Добросовестное выполнение теплоизоляции: недопущение теплопотерь; плотная оболочка строения (защита от ветра и т.п.);
3. Пассивное использование солнечной энергии и ее аккумулирование, суточное или сезонное;
4. Управляемый воздухообмен (по возможности - возвращение тепла).
5. Хорошо регулируемые отопительные устройства.
6. Энергоэкономное обеспечение горячей водой, возможно, посредством солнечной энергии в летнее время.
7. Устранение бесполезных расходов электроэнергии.

Качество теплоизоляции является важнейшим параметром энергопотребления дома. Требуемые величины теплопроводности крыш, стен и пола является важнейшими условиями для следующих шагов к ДНЭ.

Энергосберегающее - значит экологично**.** Значительно улучшенная тепловая защита является условием экологически относительно безвредного существования строения. Среди теплоизоляторов-наполнителей существуют определенные отличия, например, широко используемый пенопласт не вполне безопасен. Предпочтение следует отдавать природным, экологически чистым материалам.

Рассмотрим конструктивные элементы ДНЭ и способы достижения экономичного параметра коэффициента теплопередачи.

**Наружные стены**. Необходимо доводить довести значение КТП от максимального - 0,3 Вт/С∙м2 до лучшего показателя - 0,2 Вт/С∙м2. Это соответствует увеличению средней толщины утепляющего слоя до 15-20 см. Этих значений можно добиться во всевозможных конструкциях, используя следующие подходы:

1. Кладка с утепляющим слоем 15-20 см и воздушной прослойкой под наружной оболочкой.
2. Двойная стена с толщиной утепляющего слоя 15 см из пористого наполнителя.
3. Стена с утепляющим слоем пористого наполнителя 15-20 см и штукатуркой (рис.8.3).
4. Облегченная кладка с воздушной прослойкой под обшивкой из дерева, обложенная с двух сторон пористым наполнителем 20 см толщиной.
5. Однослойная кладка из низкотеплопроводного материала (например, прессованный соломенный или газобетонный блок минимальной толщиной 40 см), оштукатуренная с двух сторон (рис.8.4).

Не имеет значения, легкими или тяжелыми будут наружные стены. Энергосберегающая способность, необходимая для жизненного комфорта дома, определяется массой внутренних строительных и конструктивных элементов.

Расходы на применяемые пористые наполнители сильно отличаются в зависимости от структуры стен. Они составляют 1-50%, в зависимости от вкуса, возможностей и предусмотренных стандартом норм.

**Окна и теплозащитное стекло.** Окна должны иметь КТП не более 1,5 Вт/С∙м2. Это достигается обычными средствами: рамой с двухслойным теплозащитным стеклом. Теплозащитные окна имеют специальный слой, не видимый глазом, но значительно уменьшающий потери тепла. Этот эффект увеличивается при наличии небольшого зазора между первым и вторым слоем, в этом случае расход тепла уменьшается почти в два раза. Окна в теплозащитном исполнении стоят 15-20% дороже обычных и эти затраты компенсируются экономией на отоплении. Новая стеклоизоляционная система имеет еще более низкий КТП и основана на принципе "теплового доида". Такие оконные системы можно поворачивать на 180о, в зависимости от потребности в тепловой энергии. Стены, перекрытия и другие составляющие части подвала, соприкасающиеся с землей, а также стены и перекрытия неотапливаемых помещений могут иметь значение КПТ от 0.3 до 0.35 Вт/С∙м2, что предполагает толщину слоя теплоизоляции от 12 до 15 см. При покрытии неотапливаемых помещений обычно делают частичное утепление непосредственно под полом (около 2-3 см), но большая часть утепления крепится снизу на обратной стороне железобетонной плиты. Эти работы могут быть легко проведены собственными силами, но следует иметь в виду высоту подвала, чтобы она была достаточной. Это утепление можно сделать и в незаглубленных помещениях. В обогреваемых подвалах утепление перекрытия может соприкасаться с первым этажом помещения. В этом случае общее утепление может осуществляться с наружной стороны по периметру. Если потолок подвала находиться выше поверхности земли, то для защиты утепляющего слоя нужны дополнительные мероприятия. В подвалах, которые не используются постоянно, возможным является внутреннее утепление. Этот способ имеет некоторые преимущества, т.к. помещения быстрее прогреваются. Но, в любом случае, внутреннее утепление связано с определенными проблемами, поэтому планирование, разработка и проведение работ в этом случае должны проводиться под руководством специалистов.

**Теплая шапка на крышу.** Крыши, ровные или с наклоном, покрытия цокольных помещений могут иметь КПТ не более 0,20 Вт/С∙м2. Это соответствует утепляющему слою около 20 см. там, где это является технически возможным, нужно стремиться к значению КПТ от 0,15 Вт/С∙м2 и меньше, что соответствует толщине слоя около 30 см. В наклонных крышах в зависимости от высоты балок свода потолка большая часть утеплительного слоя размещается между балками, а также над или под ними. Такое размещение позволяет избежать утечек тепла (щели, дырки и т.п.). Вопреки практике, которая применялась до настоящего времени, в таких крышах можно отказаться от воздушного слоя над утепляющим пластом. Если цокольный этаж используется целый год, его нужно своевременно утеплить. Если цокольный этаж не построен, необходимо соответствующим образом утеплить перекрытия верхнего этажа. Чем толще профильное утепление строительных деталей, тем больше вероятность существования утечек тепла. Внимательно и качественно необходимо подходить к рассмотрению стыковочных элементов конструкций дома.

**Критические зоны**

1. ***Соединение стена - крыша***. Теплоизолирующие слои крыши и стен должны неразделимо соединяться между собой как в зоне водостоков, так и в фронтальной зоне. Массивные стены должны покрываться теплоизолирующим слоем. Стыки между балками и стенами заделываются утепляющим материалом, а также покрываются ветрозащитным слоем.
2. ***Соединение железобетонных элементов***. В том случае, если стены сооружений имеют однослойную структуру, нужно обеспечить слой утепления на торцевых поверхностях перекрытий. Дополнительно нужно соорудить утепляющую прокладку на перекрытии первого этажа с внутренней стороны.
3. ***Жалюзи***. В жалюзи может попадать холодный воздух, поэтому изнутри их надо утеплять с помощью добротного материала или использовать пенозаполненный профиль.
4. ***Стыки окна - стены***. Стыки соединений между окнами и строительными элементами закрываются добротными утепляющим материалом (монтажный герметик не достаточен).
5. ***Оконная рама***. Оконная рама должна иметь утепляющий слой как с наружной, так и с внутренней стороны. Если этого нет, следует предусмотреть термическое разделение.
6. ***Радиаторные ниши***. Если радиатор вмонтирован в нишу, необходимо предусмотреть дополнительный утепляющий слой в этом месте.
7. ***Предотвращение утечек тепла***. Во всех домах, прежде всего, в местах соединений имеются элементы, выступающие за его границы, например, балконы. Из-за этого увеличиваются утечки тепла непосредственно через эти строительные элементы. Утечки тепла возможные также в случае ошибок строительства. Поэтому стройте как можно более компактно и избегайте слишком разбросанных архитектурных форм. Балконы должны быть изолированы от строения.

**Воздухо- и ветрозащитные оболочки.** Многие архитекторы и домовладельцы делают для себя неприятное открытие, что, несмотря на хорошее утепление наружных строительных частей, трудно достичь хорошего значения среднего потребления энергии.

Во многих случаях причинами этого являться недоработки конструкции, что влечет за собой легкое проникновение холодного воздуха извне.

Встречается также мнение, что для лучшего жизненного комфорта в помещение нужно следить за паропроникновением через строительные элементы. Считается, что следует избегать по возможности паросберегающих строительных элементов в конструкции.

Обычно при этом не помнят, что паропреграды частично выполняют функцию теплоизоляции и поэтому не могут быть заменены, даже если и являются несущественными с точки зрения диффузии. Для здорового жизненного климата нет вопроса, прошла ли пароводяная слагающая или нет. Отвод влаги - задача вентиляции.

Фактом является то, что простой проход воздуха через наружные строительные элементы значительно ослабляет теплозащиту сооружения. Кроме того, возможны повреждения от влаги деревянных частей строения ее конденсации (например, при наклоненной краше), когда теплый внутренний воздух через щели и отверстия достигает холодных частей конструкции. Вопрос о "герметичности" здания и правильно организованной регулируемой вентиляции с рекуперацией тепла является одним из наиболее важных.

Свежий воздух, необходимый людям, должен подводиться в дом другими путями. Обеспечение дома свежим воздухом, безусловно, хорошо влияет на здоровье и самочувствие жильца. При проветривание выводятся вредные вещества из жилых комнат, кухни и ванной комнаты. Отмечен ранее незаметный и неконтролируемый воздухообмен из-за небрежности в "оболочке" дома, например, через щели в окнах, из-за чего теряется много энергии.

Чтобы сохранить энергию, нужно сократить проветривание и в то же время меньше отапливать квартиру. Это приводит к повышению относительной влажности воздуха, повышается риск появления затхлости в квартире. В домах с плохой теплоизоляцией это ведет к появлению влаги на внутренних поверхностях внешних строительных элементов, что приводит к появлению плесени. Созданные для вентиляционных систем технические средства являются инструментом так называемой контролируемой вентиляции. Это оборудование решает задачу достаточной и экономичной вентиляции. Оно состоит всего из маленького вентилятора на крыше, вентиляционного канала, а также нескольких вентилей.

Функциональный принцип является очень простым. Освежающий вентилятор ликвидирует, прежде всего, влажность и запахи (ванная комната, туалет, кухня). Это приводит к тому, что в доме понижается давление, благодаря чему свежий воздух стремиться снаружи внутрь через специальные вентиляционные отверстия. Регулируемая вентиляционные отверстия установлены в комнатах, в которых необходима вентиляция (жилые, спальня) в стенах или оконных рамах. В отличие от известных ранее, эти вентиляционные отверстия функционирует в дальнейшем независимо от силы ветра. Если эти отверстия установлены над радиаторами, тогда поступающий свежий воздух смешивается с теплым, идущим от радиатора. Мощность вентилятора и воздухообмен является настолько малым, что движение воздуха совсем не ощущается, а шум от работы практически не слышен. Кроме одного выключателя при выходе или на кухне вентилятор может регулироваться в зависимости от необходимости двумя или тремя режимами, или совсем выключаться, когда отсутствует, либо не на полную мощность работает отопление. Еще более совершенным будет регулирование количества вентилируемого воздуха с помощью датчиков влажности. Это сделано таким образом, что воздух возобновляется регулярно, но не более, чем требуется. Таким образом, расход энергии вентилятора, расход тепла может быть значительно уменьшен без ущерба качеству.

В хорошо изолированном ДНЭ многие источники бесплатного тепла существенно снижают тепловую потребность по сравнению с плохо изолированном домом. Количество этой бесплатной энергии может сильно колебаться на протяжении дня. Поэтому отопительная система должна быстро и точно реагировать на эти колебания, чтобы эффективно использовать бесплатную энергию. Подача тепла должна и регулироваться и, при отсутствии потребности в тепле - прекращаться. В интересах динамичного регулирования общая масса отопительной системы должна быть как можно меньше по отношению к количеству отданного тепла. Хорошо зарекомендовали себя в плоские обогреватели с небольшим содержанием воды, конвекторы, или так называемые рамочные обогреватели.

Важное значение имеют специальные термовентили со встроенным приспособлением аналоговой регуляции.

Эффективны также системы воздушного отопления, комбинируемые с системами многократного использования воздушного тепла

Не рекомендуется из-за инерции системы отопления полов, если они не связаны с использованием аккумулированной солнечной энергии. Отопительные системы должны быть хорошо продуманы на основании расчетов отопительной сети. С помощью предохранительных вентилей или дифференциального насоса нужно следить, чтобы регулирующие вентили не перегружались при малой потребности в тепле.

Нельзя также отказываться от общей центральной регуляции отопления, которая уменьшает или увеличивает приток тепла в зависимости от смены дня и ночи, а также отключает систему при отсутствии потребности в тепле.

**Передача тепла.** Критерием выбора для системы передачи тепла должно быть преимущественное потребление энергии и выброс вредных веществ на единицу произведенного необходимого тепла. Принимая во внимание малое теплопотребление односемейного ДНЭ, хорошим выбором с финансовой точки зрения является газ-комби-терм (отопление жилья с одновременным нагреванием воды). Газ-комби-терм является газовой колонкой с автоматическим регулированием мощности, которая греет воду в отопительной системе, поддерживающей заданную температуру в каждой комнате отдельно. Она же одновременно поддерживает горячей (60оС) воду в теплоизолированном баке для хозбытовых нужд. По желанию этот бак может быть соединен с солнечным коллектором, что окупается за несколько лет. Управляет работой всей системы блок автоматики.

**Техника использования теплоты продуктов сгорания**

Принимая во внимание сохранение первичной энергии и общую энергетическую нагрузку на окружающую среду можно признать наилучшим решением механизм использования теплоты продуктов сгорания. Большие капитальные вложения этой системы окупаются благодаря лучшему использованию энергии (для газа около 10%) и долгим циклом работы.

При большом количестве потребляемой энергии или при соединении нескольких домашних хозяйств возможно использовать теплоэлектроцентрали (тепло от дизельной, угольной либо газовой теплоэлектростанции). Это является наилучшим выходом при условии коротких коммуникаций.

В связи с возможностью рекуперации тепла воздуха рекомендуется использования воздушных отопительных систем вместо систем с панельными радиаторами и горячей водой. При этом объем воздуха, принесенного системой обмена, нагревается в заданном режиме. Хотя такие отопительные системы оказываются очень дорогими в сравнение с обычным паровым отоплением, они все же они имеют еще и такое преимущество, как интегрирование с системой вентиляции.

В одноквартирном доме коммуникации для горячей воды должны быть запланированы очень короткими, поскольку в таком случае можно реально сократить потери тепла. С помощью таймера необходимо также прекращать подачу тепла в периоды, когда потребности в тепле нет.

**Не рекомендуются системы отопления с использованием электроэнергии.** Рефлекторные отопительные системы (например, электроаккумуляторное отопление) не могут быть рекомендованы с экологической точки зрения, так как использование первичной энергии и выбросы более чем в два раза превышают аналогичные показатели систем на горючем топливе. Электрические теплонасосы с точки зрения использования первичной энергии и выброса вредных веществ приблизительно настолько же эффективны, как и газовые отопительные системы. К тому же, электрические теплонасосы значительно дороже газовых систем. Для того чтобы говорить о том, как сэкономить тот или иной вид энергии, необходимо в первую очередь выявить места, где это можно было бы сделать с наибольшей результативностью, а также оценить, сколько и каких видов энергии мы потребляем.

Наиболее энергоемким является зимний период года. Для отопления и горячего водоснабжения одной среднестатистической квартиры Минска общей средней площадью 51 кв. метр с 3,6 жителями в каждой в течение года на тепловых станциях и котельных сжигается около 2 тонн нефти. Это непозволительно много. Например, удельный расход тепловой энергии на отопление в странах запада (благодаря более теплой зиме, лучшему утеплению зданий) на 40-50% ниже, чем у нас.

Кроме того, каждая семья потребляет 100-150 кВт·ч электрической энергии в месяц или 1200-1800 кВт·ч в год.

Основную долю расходов, связанных с отоплением, горячим водоснабжением и электрообеспечением большинства жителей, государство брало на себя. Тем не менее, несмотря на то, что в прямом виде мы будем в дальнейшем, как и сейчас, недоплачивать за тепловую и электрическую энергию, все же в скрытом виде (в виде недополученной заработной платы, высоких налогов, высоких цен на повседневные товары и иных платежей) нам придется платить примерно 360 долларов на семью в год (это прямые затраты государства на энергообеспечение квартиры).

Остановимся главным образом на втором и третьем пунктах, поскольку возможности потребителя повлиять на снижение потребления собственными силами зависят не столько от стимулов (заинтересованности), сколько от знаний. Стимул (а он может быть не только экономическим) побуждает действовать. Знание дает возможность действовать.

Каждое современное здание оборудованное системой отопления, которая работает только в холодное время года, в течение так называемого “отопительного периода”. Продолжительность его в Минске составляет около 200 дней. В зимнее время приборы системы отопления работают для того, чтобы возместить потери теплоты из жилого помещения на улицу через стены, окна, а также для нагрева холодного свежего воздуха (без которого человек не в состоянии существовать), поступающего через форточки, двери, неплотности в окнах. Через окна теряется 27,3%, через стены – 29,3%, а за счет нагрева свежего приточного воздуха – 43,4% всей теплоты, поступающей из системы отопления.

Существенное сокращение потерь теплоты (в два – три раза) через стены и окна возможно лишь в результате реконструкции всего дома. Ее может выполнить только специализированная строительная организация и с использованием особых высокоэффективных материалов. Но реконструкция – это очень дорогостоящее мероприятие, провести которое везде одновременно невозможно. В то же время каждый жилец имеет немало возможностей для утепления своей квартиры.

Первое – это остекление лоджий и балконов. Важно, чтобы стекла и притворы створок были уплотнены. В этом случае тепловые потери через окна и стены квартиры, расположенные со стороны лоджии, будут снижены на 15-18%.

Следует запомнить, что снижение потерь на 7-9% позволяет увеличить температуру в помещении на 1°С. Таким образом, остекление лоджий увеличит температуру в примыкающей к ней комнате примерно на 2°С.

Второе – утепление окон установкой между рамами прозрачной полиэтиленовой пленки. Для этого открывается внутренняя оконная рама и к оконной коробке кнопками или клейкой лентой крепится пленка таким образом чтобы расстояние от нее до внутреннего и наружного стекол было примерно одинаковым. Желательно, чтобы пленка по всему периметру окна плотно прилегала к оконной коробке. После установки пленки внутренняя створка окна закрывается. Такое окно равноценно окну с тройным остеклением. Теплопотери через него почти на 20% ниже, чем через обычное двойное окно, традиционно применяемое в РБ.

Такого же результата можно добиться, если закрыть окно изнутри шторой, прилегающей к стене. Штора должна быть короткой, достающей только до подоконника. это делается потому, что под подоконником всегда располагается нагревательный прибор системы отопления. Если штора опущена ниже подоконника, то поток теплого воздуха от батареи, поднимаясь вверх, попадает под штору к окну, увеличивая, а не уменьшая теплопотери через окно. Поэтому штора должна лежать на подоконнике и плотно прилегать к стене, не допуская сообщения воздуха, находящегося между шторой и окном, с воздухом комнаты.

Здесь мы не говорим о хорошо известных и широко применяемых оклейке и уплотнении притворов окон и балконов.

Третье – тепловая защита того участка наружной стены, где расположен радиатор. К сожалению, эта мера не применима к тем квартирам, где нагревательный элемент размещен внутри стены. Такая компоновка – следствие грубого просчета проектировщиков. Защитить этот участок можно, поместив на стене за радиатором отражающую поверхность. Причем она не должна касаться радиатора и желательно, чтобы между ней и стеной был хотя бы небольшой воздушный зазор или слой тепловой изоляции (войлок, толстая ткань и т.п.).

**Вентиляция жилья.** Как уже отмечалось, 43,4% тепловой энергии из системы отопления расходуется на подогрев холодильного приточного воздуха, поступающего с улицы. Эту долю можно снизить.

Каждая квартира оборудована системой естественной вытяжкой вентиляции. Вентиляционные отверстия расположены в ванной комнате, в туалете и на кухне на внутренних стенах, в верхней их части, и прикрыты металлическими или пластмассовыми решетками. Это – вытяжные отверстия. Через них вытяжной воздух из помещений удаляется на улицу. По законам физики работа этой системы зависит от разности температуры в помещении и на улицу. По законам физики работа этой зависит от разности температуры в помещении и на улице. Чем ниже температура воздуха на улице, тем лучше она работает и больше теплого воздуха удаляется. На смену ему, благодаря создаваемому вытяжной вентиляции разрежению в квартире через неплотности в окнах, открытые форточки, двери, поступает холодный наружный воздух. Причем в холодную пару года действительный объем вентиляции зачастую превышает требуемую норму, приводя к увеличению затрат на отопление. Для того чтобы снизить объем вентиляции зимой, рекомендуется частично прикрывать вытяжные вентиляционные отверстия. Вентиляционное отверстие, расположенное в ванной комнате, лучше всего закрыть. Поэтому зимой увлажнение воздуха в помещении улучшает комфортное состояние людей. Уменьшение воздухообмена достигается также уплотнением окон и дверей, о чем уже было сказано. Эти меры позволят сберечь не менее 20% тепловой энергии.

Однако не следует увлекаться сплошной герметизацией квартиры, поскольку свежий воздух необходим для нормальной жизнедеятельности, а зимой взрослые и дети гораздо больше времени проводят в помещениях, чем на улице. Свежий воздух является средством профилактики от вирусных и респираторных заболеваний.

# Модуль 6 Ионы, радиация

1 ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

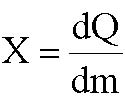
Прежде чем сформировать основные принципы радиационной безопасности, необходимо было основательно изучить: свойства изучений радионуклидов; взаимодействие их с веществом; радиационные эффекты, которые они производят в облученном объекте, в том числе и организме человека. Проведенные исследования позволили выявить существующие особенности неблагоприятного радиационного воздействия на организм. Главным из них являются: вид излучений, выделяемая энергия при распаде радионуклида; пути поступления радионуклидов в организм; биологическая радиочувствительность облучаемых тканей и органов.

1.1 Дозиметрические величины

Для количественной оценки воздействия ионизирующих излучений на облучаемый объект введено понятие «доза». Выделяют экспозиционную, поглощенную, эквивалентную и эффективную эквивалентную дозу облучения.

Экспозиционная доза характеризует ионизационную способность рентгеновского и гамма-излучения в воздухе. Она является характеристикой радиационного фона в ограниченном диапазоне энергии и только для воздуха.

Экспозиционная доза Х – это отношение суммарного заряда dQ всех ионов одного знака, образовавшихся в элементарном объеме воздуха при облучении его ионизирующим излучением к массе dm воздуха в этом объеме:

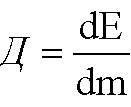
.

Единица измерения экспозиционной дозы в системе СИ – кулон на килограмм (Кл/кг). Кулон на килограмм равен экспозиционной дозе, при которой в воздухе массой 1 кг произведены ионы, несущие электрический заряд 1 Кл каждого знака. Внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген (Р). Один рентген соответствует образованию 2,08⋅109 пар ионов в 1 см3 воздуха при температуре 0 0С и нормальном атмосферном давлении 760 мм рт. ст. (1013 гПа). Соотношение внесистемной и системной единиц имеет вид:

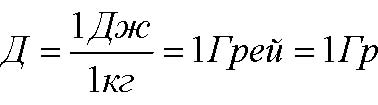
1Р=2,58⋅10-4 Кл/кг.

Изменения, происходящие в облучаемом объекте под воздействием различного рода излучений, зависят от величины поглощенной энергии. Поэтому наиболее удобной характеристикой излучения, определяющей степень его воздействия на облучаемый объект, является поглощенная энергия излучения. Она показывает, какое количество энергии ионизирующего излучения поглощено в единице массы любого вещества.

Если в результате воздействия на вещество массой dm поглощается энергия ионизирующего излучения dE, то поглощенная доза Д оценивается выражением

.

За единицу измерения поглощенной дозы в СИ принят грей (Гр). Это такая доза, при которой массе 1 кг любого вещества передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж, т.е.

.

Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад – энергия в 100 эрг, поглощенная в 1 г любого вещества независимо от вида и энергии излучения. 1 Гр = 100 рад.

Эквивалентная доза вводится для оценки радиационной опасности облучения человека от разных видов излучения. Для уяснения особенностей радиационного эффекта в биологической ткани в зависимости от вида ионизирующего излучения при одной и той же поглощенной дозе D учитывается усредненный коэффициент качества излучения. Это дает возможность эквивалентную дозу Н оценить выражением

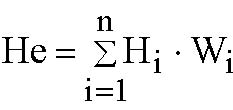
.

Коэффициент качества дает количественную оценку биологического действия каждого вида излучения, которая зависит от его ионизирующей способности. Значения приведены в табл.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Вид излучения | k |
| Рентгеновское и γ**-**излучение  Электроны, позитроны и β-излучение  α - излучение с энергией меньше 10 МэВ  Нейтроны с энергией меньше 20 кэВ  Нейтроны с энергией 0,1…10 МэВ  Протоны с энергией меньше 10 МэВ | 1  1  20  3  10  10 |

Эффективная эквивалентная доза (Не) вводится для того, чтобы оценить опасность для всего организма облучения отдельных органов и тканей, которые имеют неодинаковую восприимчивость к ионизирующим излучениям. Эффективная эквивалентная доза облучения определяется соотношением:

,

где **–** среднее значение эквивалентной дозы облучения i-го органа человека;

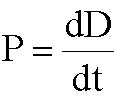
– взвешивающий коэффициент, равный отношению риска облучения данного органа (ткани) к суммарному риску при облучении всего организма.

Взвешивающие коэффициенты или коэффициенты радиационного риска, позволяют выровнять риск облучения вне зависимости от того, облучается весь организм равномерно или неравномерно. Значения приведены в табл.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Органы (ткани) | w |
| Половые железы | 0,25 |
| Молочная железа | 0,15 |
| Красный костный мозг | 0,12 |
| Легкие | 0,12 |
| Щитовидная железа | 0,03 |
| Поверхности костных тканей | 0,03 |
| Остальные ткани | 0,3 |

Важной характеристикой ионизирующих излучений является мощность дозы P, которая показывает, какую дозу облучения получает среда (вещество) за единицу времени, т.е. скорость изменения дозы, которая оценивается формулой

.

Для поглощенной дозы единицей измерения мощности дозы облучения являются Гр/с и рад/с, для эквивалентной дозы – Зв/с и бэр/с, экспозиционной дозы – Кл/кг⋅с (кулон на килограмм⋅с). Внесистемными единицами экспозиционной мощности дозы служат Р/с, Р/мин и Р/ч.

Для органического восприятия относительно большого числа единиц измерения доз облучения целесообразно показать их взаимосвязь (табл.).

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование доз облучения | Единица измерения | | Взаимосвязь |
| В системе СИ | Внесистемная ед. измерения |  |
| Экспозиционная (Х) | Кулон на кило-грамм  (Кл/кг) | Рентген  (Р) | 1 Кл/кг = 3,88⋅103 Р |
| Поглощенная  (Д) | Грей (Гр)  или Дж/кг | Рад | 1 Гр = 100 рад |
| Эквивалентная (Н) и эффективная эк-вивалентная | Зиверт (Зв) | Бэр | 1 Зв = 100 бэр |
| Коллективная эк-вивалентная | Человеко-зиверт (чел. Зв) | Человеко-бэр (чел. бэр) | 1 чел.⋅Зв = 100 чел. бэр |

Следует отметить, что с помощью приборов можно измерить экспозиционную дозу, а также, при определенных условиях, поглощенную дозу. Все остальные дозы приборами не измеряются, а могут быть оценены только расчетным путем.

1.2 Механизмы повреждения клеток и тканей при воздействии ионизирующих излучений

В 1898 году Анри Беккерель в течение шести часов носил в карманном жилете пробирку с радием, которую подарила ему Мария Склодовская-Кюри и через некоторое время на его теле там, где хранилась пробирка с радием образовался ожог. Так впервые было обнаружено особое свойство радия воздействовать на живую ткань. Это положило начало новой отрасли науки – радиационной биологии.

Поступая в тело живого организма, энергия излучения изменяет протекающие в нем биологические и физиологические процессы, нарушает обмен веществ. Воздействия ионизирующих излучений на биологические объекты подразделяют на пять видов:

1. Физико-химические (вызывающие перераспределение энергии за счет ионизации). Продолжительность –с.

2. Химические повреждения клеток и тканей (образование свободных радикалов, возбужденных молекул и т.д.).

3. Биомолекулярные повреждения (повреждение белков, нуклеиновых кислот и т.д.). Продолжительность – от микросекунд до нескольких часов.

4. Ранние биологические эффекты (гибель клеток, органов, всего организма). Длится стадия от нескольких часов до нескольких недель.

5. Отдаленные биологические эффекты (возникновение опухолей, генетические нарушения, сокращение продолжительности жизни и т.д.). Длится годами, десятилетиями и даже столетия.

Выделяют два пути поражения клеток ионизирующим излучением: прямой и косвенный (непрямой). Прямой путь поражения клетки характеризуется поглощением энергии излучения молекулами (мишенями) клеток, и в первую очередь молекулами ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), входящими в структуру ядерных хромосом. При прямом воздействии ионизирующих излучений происходят возбуждение молекул, их ионизация, разрыв химических связей. Разрушаются ферменты и гормоны и соответственно в организме осуществляются физико-химические сдвиги. Происходит аберрация хромосом. Последние надрываются, разрываются на осколки или структурно перестраиваются. Тесная зависимость между степенью разрушения (аберраций) хромосом и летальным эффектом облучения свидетельствует о решающей роли поражения ядерного материала в исходе лучевого поражения клеток.

Для более полного уяснения данного пути поражения следует рассмотреть строение клетки. Она состоит из оболочки, ядра и ряда клеточных органелл (рис.). Ядро отделено от цитоплазмы мембраной. Оно содержит ядрышко и хроматин. Последний представляет собой определенный набор нитевидных частиц – хромосом. Вещество хромосом состоит из нуклеиновых кислот, которые являются хранителями наследственной информации и специальных белков. Индивидуальная особенность каждого типа белка зависит от того, сколько аминокислот и какие именно составляют его цепь.

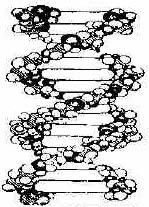


Рис. Участок молекулы ДНК

При воздействии больших доз излучения клетка выглядит под микроскопом почти так же, как и при воздействии высокой температуры нарушается: целостность ее оболочки и составных частей цитоплазмы, ядро уплотняется, разрывается, но может и разжижаться. Клетки погибают. При небольших дозах излучения наиболее опасным является повреждение ядерных ДНК, у которых закодирована структура белков. Повреждение ДНК дает толчок для повреждения генетического кода.

Косвенное воздействие ионизирующих излучений проявляется в химических реакциях, происходящих в результате разложения или диссоциации воды. Поскольку организм человека состоит на 85-90 % из воды, этот путь поражения является важным в формировании последствий радиационных поражений.

Клетки при воздействии несмертельной для них дозы способны к репарации, т.е. восстановлению. Не все повреждения ДНК равнозначны по последствиям, радиационного воздействия. Восстановление одиночных разрывов нитей ДНК происходит достаточно эффективно. В клетках млекопитающих скорость репарации такова, что при нормальной температуре половина радиационных одиночных разрывов восстанавливается примерно в течение 15 мин, так что, вероятно, одиночные разрывы нитей ДНК не являются причиной гибели клеток в отличие от двойных разрывов нитей и повреждений оснований.

Репарация ДНК – основа нормального функционирования клетки. Установлено, что уже при дозе 1 Гр в каждой клетке человека повреждается 5000 оснований молекул ДНК, возникает 1000 одиночных и 10-100 двойных разрывов. Различают три вида репараций:

1. Безошибочные репарации, основанные на удалении поврежденного участка ДНК и замене его новым, что приводит к восстановлению нормальной функции ДНК;

2. Ошибочные репарации, приводящие к потере или изменению части генетического кода;

3. Неполные репарации, при которых непрерывность нитей ДНК не восстанавливается.

Два последних вида репараций приводят к возникновению мутаций т.е. видоизменение в клетках. Появление мутации означает, что клетка содержит генетический материал, отличный от генетического материала, содержащегося в исходных (нормальных) клетках. Мутации могут усиливать, уменьшать или качественно изменять признак, определяемый геном. Ген – единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо элементарного признака, обычно представляющая собой часть молекулы ДНК.

Последствия возникновения мутаций не так велики в соматических (неполовых) клетках организма в отличие от мутаций в половых клетках. Мутация в соматической клетке может привести к нарушению функции или даже гибели этой клетки или ее потомков. Но поскольку каждый орган состоит из многих миллионов клеток, влияние одной или нескольких мутаций на жизнедеятельность всего организма не будет значительным. Однако соматические мутации впоследствии могут явиться причиной раковых заболеваний или преждевременного старения организма.

Мутации, происходящие в половых клетках, могут оказать губительное действие на потомство: ведут к гибели потомства или вызывают появление потомства с серьезными аномалиями.

Если большие дозы облучения приводят к прекращению всех обменных процессов в клетке и даже к разрушению клетки, т.е. ее фактической гибели, то при облучении небольшими дозами часто происходит подавление способности клеток делиться, что называется репродуктивной гибелью. Клетка, утратившая способность делиться, не всегда имеет признаки повреждений, она может еще долго жить и после облучения. В настоящее время считается, что большинство острых и отдаленных последствий облучений организма – результат репродуктивной гибели клеток, которая проявляется при «попытке» таких клеток разделиться.

В соответствии с убыванием степени радиочувствительности клетки организма можно расположить в такой последовательности:

1. Высокая чувствительность к радиоактивному излучению: лимфоциты (белые кровяные тельца), кроветворные клетки костного мозга, зародышевые клетки семенников и яичников, клетки эпителия тонкого кишечника;

2. Средняя чувствительность: клетки зародышевого слоя кожи и слизистых оболочек, клетки сальных желез, клетки волосяных фолликулов, клетки потовых желез, клетки эпителия хрусталика, хрящевые летки, клетки сосудов;

3. Достаточно высокая устойчивость к излучениям: клетки печени, нервные клетки, мышечные клетки, клетки соединительной ткани, костные клетки.

1.3 Реакции целостного организма на воздействие ионизирующих излучений

При воздействии разных доз облучения могут наблюдаться следующие радиационные эффекты:

1. Соматические (нестохастические). Это непосредственные телесные повреждения организма, возникающие вскоре после воздействия облучения;

2. Соматико-стохастические эффекты. Это последствия, которые выявляются на больших группах людей в более отдаленные периоды после облучения;

3. Генетические эффекты. Они проявляются в виде возникновения хромосомных аберраций, доминантных генных мутаций.

Большая часть лучевых поражений возникает спустя длительный срок после острого однократного или хронического облучения. Они являются так называемыми отдаленными эффектами облучения в отличие от непосредственных эффектов, к которым относят острую лучевую болезнь и сопутствующий ей симптомокомплекс. Указанные отдаленные эффекты зависят от дозы; с возрастанием дозы растет тяжесть поражения. Помимо названных эффектов, в отдаленном периоде могут возникать еще два вида, которые называют стохастическими (т.е. вероятностными, случайностями): соматические (телесные) эффекты – злокачественные опухоли и генетические эффекты – врожденные уродства и нарушения, передающиеся по наследству. В основе обоих указанных видов стохастических эффектов лежат генерирующиеся излучением мутации и другие нарушения в клеточных структурах, ведающих наследственностью: в первом случае (соматические заболевания) – рак – в неполовых соматических клетках разных органов и тканей, во втором (в половых клетках яичников и семенников) – генетические изменения.

Системы органов, играющие решающую роль в гибели организма при радиационном облучении, называются критическими. Сочетание признаков, характерных для течения болезни, называют синдром. При общем облучении организма в зависимости от эквивалентной поглощенной дозы может преобладать один из синдромов, связанных с критическими системами: 1) костномозговой (кроветворный), 2) желудочно-кишечный, 3) церебральный. Они развиваются вследствие необратимого поражения соответствующих критических систем организма – системы кроветворения, желудочно-кишечного тракта или центральной нервной системы.

Костномозговой (кроветворный) синдром связан с повреждением стволовых клеток красного костного мозга. Это является смертельным для организма. Зрелые клетки крови не делятся, характеризуются специализированными функциями, быстро изнашиваются, а поэтому должны постоянно заменяться новыми. Поражение костного мозга приводит к падению количества разных типов клеток в крови. Сокращение числа клеток периферической крови обусловливает симптомы, предшествующие гибели организма: уменьшение количества крови, кровотечения, инфекции.

Сокращение числа эритроцитов (красных кровяных телец), а соответственно, и понижение гемоглобина в крови приводит к анемии (малокровию). Уменьшение числа тромбоцитов, участвующих в процессе свертывания крови, приводит к возникновению кровотечений, что усиливает анемию. Уменьшение числа лейкоцитов (белых кровяных телец) приводит к снижению сопротивляемости организма различным болезням.

Желудочно-кишечный синдром связан с повреждением слоя клеток, выстилающих внутреннюю стенку тонкой кишки, которое приводит к проникновению в организм инфекции из кишечника за счет кишечной флоры и возникновению инфекционных заболеваний.

Внутренняя, всасывающая поверхность кишечника имеет ворсинки, направленные в просвет кишечника. У основания этих ворсинок находятся быстроделящиеся клетки. Нарушение процесса обновления этих клеток и приводит к желудочно-кишечному синдрому, признаками которого являются боли в желудочно-кишечном тракте, потеря аппетита, тошнота, рвота, понос, изъязвление слизистой оболочки рта и зева, вялость, инертность. Все это происходит на фоне костномозгового синдрома.

Церебральный синдром связан с нарушениями центральной нервной системы. В центральной нервной системе в отличие от костного мозга и кишечника клетки достаточно устойчивы к воздействию радиации, так как зрелая нервная ткань состоит из высокоспециализированных клеток, которые в течение жизни не замещаются. Воздействие радиационных излучений приводит к функциональным нарушениям на тканевом уровне.

Признаки церебрального синдрома – головные боли, полное безразличие ко всему окружающему, нарушение сознания (возможна временная потеря его), судороги. Эти симптомы связаны с повреждением головного мозга.

Облучение всего организма человека дозой от 1 до 10 Зв приводит к протеканию у него типичной формы острой лучевой болезни. Различают четыре степени тяжести болезни: легкая (I) степень – при облучении дозой 1-2 Зв: средняя (II) степень – доза облучения 2-4 Зв; тяжелая (III) степень – доза 4-6 Зв; крайне тяжелая (IV) степень – доза 6-10 Зв и более. Доза, вызывающая гибель 50% облученных людей в течение 30 дней после облучения, если не приняты соответствующие медицинские меры, составляет 3-5 Зв.

В типичной форме лучевой болезни различают четыре периода:

1. Период первичной реакции – длится от несколько часов до несколько суток, в зависимости от тяжести поражения.

2. Период мнимого благополучия (скрытый период). Он длится 2-5 недель. Причем чем больше была поглощенная доза, тем короче скрытый период и при достаточно больших дозах он вообще может отсутствовать. В это время нарушения в организме нарастают: опустошается костный мозг, развиваются изменения в кишечнике, коже, выпадают волосы, но общее состояние остается удовлетворительным.

3. Период разгара болезни – расстройство функций кишечника, нарушение проницаемости сосудов, сопровождающееся кровотечениями и кровоизлияниями в кожные покровы и слизистые оболочки; глубокое поражение кроветворной и иммунной систем; развитие инфекционных осложнений, которые могут привести к гибели организма.

4. Период восстановления – при благоприятном исходе начинается на втором – пятом месяце после облучения с нормализации кроветворения, постепенного уменьшения и прекращения кровоточивости, роста волос, улучшения общего состояния и восстановления двигательной активности и аппетита.

При лучевой болезни I (легкой) степени первичная реакция, если она развивается, стихает в день воздействия. Скрытый период длится 30-40 суток. В период разгара (на пятой-седьмой неделе) изменения периферической крови ограничиваются снижением числа лейкоцитов, человек ощущает общее недомогание. Выздоровление, как правило, наступает без лечения.

При II (средней) степени лучевой болезни первичная реакция длится до 24 ч. наблюдаются двух-, трехкратная рвота, общее недомогание, иногда незначительное повышение температуры. Скрытый период продолжается 16-28 суток. В период разгара значительно снижается содержание лейкоцитов в крови, выражены общие клинические проявления: инфекционные осложнения, кровоточивость, общее недомогание. Больные нуждаются в специализированной медицинской помощи.

При III (тяжелой) степени лучевой болезни первичная реакция длится до двух суток и сопровождается многократными рвотами, недомоганием, значительным повышением температуры, возможно покраснение кожи и слизистых оболочек. Скрытый период продолжается 8-17 сут. Однако уже к концу первой недели возможно возникновение отечности, покраснения и изъязвления слизистой оболочки рта и зева, значительное изменение состава крови, лихорадка, тяжелые инфекционные осложнения. Смертельные исходы возможны начиная с третьей недели. Больные нуждаются в своевременном специализированном лечении.

IV (крайне тяжелая) степень лучевой болезни в зависимости от дозы облучения проявляется в различных клинических формах.

В диапазоне доз 6-10 Зв развивается лучевая болезнь с ярко выраженным костномозговым (кроветворным) синдромом, но в клинической картине существенное место занимает также поражение желудочно-кишечного тракта. Первичная реакция продолжается в течение трех-четырех суток. Возможны общее покраснение кожи, жидкий стул. На 8-12-е сутки могут выявляться кишечные нарушения. В дальнейшем – типичная клиника лучевой болезни тяжелой степени. Смертельные исходы наступают с конца второй недели. Выздоровление небольшой части пораженных возможно лишь при лечении в условиях специализированного стационара. Кратко указанные симптомы приведены в табл.

Таблица

Характеристика острой лучевой болезни по степени тяжести и последствиям для организма человека

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Степень тяже-сти, (доза об-лучения, рад) | Время прояв-ления первич-ной реакции | Характер первичной реакции | Косвенные признаки пер-вичной реакции | Латентный (скрытый) период | Смерт-ность (без лечения) |
| легкая  (100-200) | через 2,0-2,5 часа после об-лучения | тошнота, однократ-ная рвота | несильная го-ловная боль, легкая слабость | 4-5 недель | нет |
| средней тяже-сти  (200-400) | через 1,0-2,0 часа после об-лучения | тошнота, рвота 2 и более раз | слабость, по-стоянная голов-ная боль, тем-пература тела повышена до 37,50С | 3-4 недель | 40% |
| тяжелая  (400-600) | через 0,5-1,0 часа после об-лучения | многократ-ная рвота длится до 2 суток | выраженное недомогание, сильная голов-ная боль, тем-пература тела повышена до 38-38,50С | 10-20  суток | до 95% |
| крайне тяжелая (свыше 600) | через 2-30 ми-нут после об-лучения | неукроти-мая рвота, длится 3-4 суток | сознание по-мутнено, силь-ная головная боль, темпера-тура тела по-вышена до 39-400С. Покрас-нение кожных покровов | 3-4 суток, или вовсе отсутству-ет | 100% |

1.4. Действие на организм малых доз излучения

Длительное воздействие малых доз радиации может привести к возникновению хронической лучевой болезни, проявляющейся через полтора – три года после начала облучения, протекающей вяло, без ярко выраженных проявлений периода разгара болезни. Высокая уязвимость красного костного мозга, вырабатывающего лейкоциты, приводит к ослаблению иммунной системы организма, а, следовательно, к повышенной восприимчивости к любым инфекциям, быстрой утомляемости, малокровию.

Следует также учесть радиобиологические эффекты на тканевом уровне, которые подразделяются на стохастические и нестохастические.

Стохастическими называются такие эффекты, вероятность которых при малых дозах пропорциональна дозе. Подобные эффекты признаются беспороговыми, при которых даже самая малая доза облучения не является безвредной. Стохастические эффекты возникают в результате повреждения нескольких или даже одной клетки (например, яйцеклетки).

Из отдаленных стохастических эффектов на первом месте стоят раковые заболевания, а среди них – лейкозы (рак крови), пик которых в зависимости от возраста облученных приходится на 5 – 25-й год после облучения. У детей до 15 лет наибольшая вероятность заболевания лейкозом приходится на пятый год после облучения; у людей, подвергшихся облучению в возрасте 15 – 29 лет, – через десять лет облучения, у людей в возрасте 30-34 лет – через пятнадцать лет и у людей старше 45 лет – через 25 лет после облучения.

Эффекты, которые имеют пороговую дозу, и тяжесть которых зависит от дозы, называются нестохастическими. Они возникают в результате изменений в большом количестве клеток и характерны для отдельных тканей. К ним относятся: катаракта, незлокачественные повреждения кожи, снижение костномозгового кроветворения, бесплодие. Для нестохастических эффектов существует четкий порог дозы, ниже которого вредных эффектов не наблюдается. Это связано с тем, что при малых дозах радиации поврежденные и погибшие клетки распределены в тканях случайным образом и небольшое количество функционально неполноценных клеток в большинстве тканей не играет существенной роли, хотя в будущем эти клетки могут послужить основой для новообразований.

К другим отдаленным последствиям облучения относятся, как уже упоминалось, уменьшение продолжительности жизни, катаракта, бесплодие, а также уплотнение и омертвление облученных участков кожи, потеря ее эластичности, нарушение функций половых желез и волосяных фолликулов, замедленное заживление кожи после травм даже спустя длительное время после облучения.

Таким образом, оценивая возможные последствия хронического облучения, следует иметь в виду, что последствия могут суммироваться и накапливаться в организме в течение длительного времени, так как риск стохастических поражений связан с возможностью мутаций, способных возникнуть под влиянием дополнительных взаимодействий клеток с излучением (табл. ).

Таблица

Основные клинические эффекты воздействия

ионизирующих излучений на человека

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия (время)  облучения | Доза (накопленная) или мощность дозы | Эффекты |
| 1 | 2 | 3 |
| Однократное острое,  пролонгированное, дробное, хроническое – все виды | Любая доза, отличная от 0 | Увеличение риска отдаленных  стохастических последствий – рака и генетических нарушений; верхний предел этого риска на коллективную дозу (млн чел-бэр): летальных исхо-дов от рака – 120 случаев, генетиче-ских нарушений – 45 на 100 000 чел. |
| Хроническое в течение ряда лет | 0,1 Зв (10 бэр) в год и более | Снижение неспецифической рези-стентности организма, которое не выявляется у отдельных лиц, но мо-жет регистрироваться при эпиде-миологических обследованиях |
| Хроническое в течение ряда лет | 0,5 Зв (50 бэр) в год и более | Специфические проявления лучево-го воздействия, снижение иммуно-реактивности, катаракта (при дозах 30 бэр (0,3 Зв) в год) |
| Острое однократное | 1,0 Зв (100 бэр) и бо-лее  4,5 Зв (450 бэр) и бо-лее | Острая лучевая болезнь разной сте-пени тяжести  Острая лучевая болезнь со смер-тельным исходом у 50 % облучен-ных |
| Пролонгированное, 1-2 мес на щитовидную железу | 10,0 Зв (1000 бэр) и более | Гипофункция щитовидной железы; возрастание риска развития опухо-лей (аденом и рака) с вероятностью около 1⋅10-2 |

Ко всему изложенному выше следует добавить, что большое значение имеет время, в течение которого определенная ткань организма подвергалась воздействию облучения. Если длительность облучения такова, что новые клетки успевают заменить пораженные, то эффект радиационного воздействия понижается. Это наблюдается, если облучение малыми дозами является хроническим, т.е. если человек живет при постоянном повышенном радиационном фоне. При этом быстро обновляющиеся клетки не будут значительно повреждены за счет этого фона, а для медленно делящихся или совсем неделящихся клеток доза, которую они набирают в течение длительного времени, будет соответствовать той же дозе при сильном одноразовом облучении.

2. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

2.1 Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада

Критерием устойчивости атомных ядер является соотношение между числом протонов и нейтронов. С ростом Z силы кулоновского отталкивания протонов резко возрастают. Для компенсации этого отталкивания ядерным притяжением число нейтронов должно возрастать быстрее числа протонов.

Несмотря на то, что чем больше массовое число, тем выше доля нейтронов в ядре, ядра тяжелых элементов становятся все менее устойчивыми. Поэтому у ядер атомов химических элементов, расположенных за свинцом в периодической системе Менделеева, наблюдается процесс естественного распада.

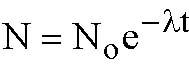
Процесс самопроизвольного превращения неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотопы другого элемента, сопровождающихся испусканием элементарных частиц и излучением квантов энергии, называется радиоактивностью вещества.

Радиоактивность, наблюдающаяся у изотопов, существующих в природных условиях, называется естественной. Радиоактивность изотопов, полученных посредством ядерных реакций, называется искусственной.

Вещество является радиоактивным, если оно содержит радионуклиды. Под радионуклидом понимают радиоактивное ядро с присущими ему Zи Am.

Распад большого количества ядер любого радиоактивного вещества подчиняется статическому закону, в котором учитывается, что распад данного ядра является случайным событием, имеющим определенную вероятность.

Если в начальный момент времени to в веществе содержалось No радиоактивных ядер, то спустя время t их число станет равным N

,

где NО – количество ядер в данном объеме вещества в момент времени t= 0;

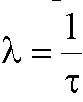
N – количество ядер в том же объеме вещества в момент времени t;

λ – постоянная радиоактивного распада.

Постоянная λ имеет смысл вероятности распада ядер за единицу времени. Это отношение доли ядер dN/N, распадающихся за интервал времени dt, к этому интервалу времени:

.

Постоянная радиоактивного распада показывает среднее время жизни радиоактивного ядра, оцениваемое выражением

,

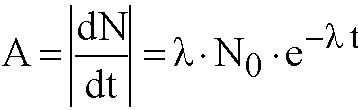
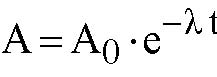
где – продолжительность жизни радионуклида.

Для характеристики устойчивости ядер относительно распада пользуются понятием периода полураспада Т1/2**.**Он равен времени, в течение которого исходное количество ядер данного вещества распадается наполовину

Периоды полураспада у различных радионуклидов могут быть весьма различными - от долей секунды до сотен и тысяч лет. Очевидно, спустя время Т1/2, 2Т1/2, ЗТ1/2, 4Т1/2 и т.д. будет оставаться соответственно 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 часть радионуклидов от их начального Nо.

Процесс радиоактивного распада сопровождается выделением энергии и возбуждением других процессов в веществе. При этом выполняются законы со-хранения энергии, электрического заряда и другие законы материального мира.

Число распадов ядер данного вещества в единицу времени характеризует активность вещества. Активность определяется величиной

, или ,

где A0 = λ⋅N0 – радиоактивность вещества в начальный момент времени.

Из сравнения выражений (1.8) и (1.10) следует, что активность вещества с течением времени уменьшается по закону радиоактивного распада, но в любой момент времени ее уровень существенно зависит от начальной активности:

,

Начальная активность в свою очередь определяется начальным содержанием радионуклидов N0 и периодом полураспада Т1/2. При большом значении периода полураспада Т1/2 спад активности вещества происходит медленно, а при малом значении Т1/2 – наоборот, быстро. Вместе с тем при одном и том же значении N0 начальная активность при малом значении Т1/2 выше, чем при большом значении.

За единицу измерения активности в системе СИ принят беккерель (Бк). Это активность данного количества вещества, если в нем за одну секунду происходит распад одного радионуклида. Эта единица активности мала, поэтому используются кратные ей единицы – килобеккерель (кБк) или мегабеккерель (МБк). Часто используется внесистемная единица активности – кюри (Кu). Такой активностью обладает один грамм радия, в котором за одну секунду происходит 3,7⋅1010 распадов. Это большая единица, поэтому на практике применяют меньшие единицы – милликюри (мКu) и микрокюри (мкКu). Взаимосвязь между единицами радиоактивности:

1Кu = 3,7⋅1010 Бк;

1мКu = 37 МБк;

1мкКu = 37 кБк.

Если радионуклиды распределены по объему вещества (в продуктах питания, питьевой воде и т.д.) или по его поверхности, то пользуются соответственно объемной Аоб и поверхностной Asактивностью. Тогда Аоб измеряется в Бк/м3 , Бк/л или Ku/л, а As в Бк/м2, Кu/м2. Для оценки загрязнения продуктов питания используют также удельную активность Am, измеряемую в Бк/кг или Ku/кг.

Массу радионуклида m активностью А можно определить из выражения

, (1.12)

где Am– атомная масса радионуклида;

k – константа, зависящая от избранных единиц измерения.

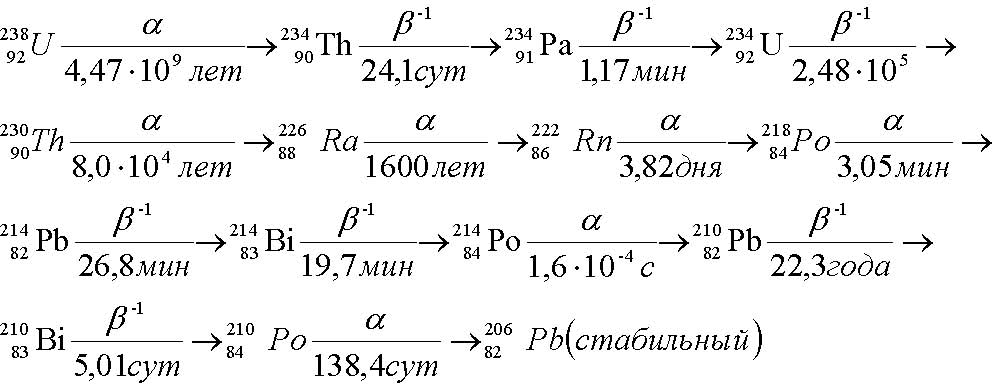
Если период полураспада задан в сутках, активность – в беккерелях, а масса в граммах, то

K=2,07⋅10-19.

Характеризуя в целом устойчивость ядер, следует заметить, что она снижается с возрастанием их массового числа. Естественная радиоактивность легких и средних ядер – редкое явление. Среди тяжелых атомов, начиная с Аm>200, естественная радиоактивность есть универсальное явление.

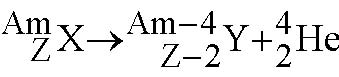
Всем трансурановым элементам присуща радиоактивность с периодом полураспада, быстро уменьшающимся при возрастании Z. Основными видами радиоактивного превращения трансурановых элементов являются альфа-распад и бета-распад. Цепочку радиоактивных превращений принято называть радиоактивным рядом. Совокупность химических элементов, образующих радиоактивный ряд, называется радиоактивным семейством.

Все природные радиоактивные элементы, расположенные в последних рядах таблицы Менделеева, являются членами трех радиоактивных семейств. Другим радиоактивным семейством (после семейства урана ) является семейство тория, третьим – семейство актиния. Радиоактивное семейство искусственных радиоактивных изотопов начинается трансурановым элементом-нептунием. Схема радиоактивного распада ядра урана-238 приведена ниже.



2.2 Альфа-распады, бета-распады и гамма-излучения радиоактивных ядер

Альфа-распадом называется самопроизвольное испускание радиоактивным ядром альфа-частиц, представляющих ядра атома гелия. Распад протекает по схеме

. (1.13)

В выражении (1.13) буквой Х обозначен химический символ распадающегося (материнского) ядра, буквой Y – химический символ образующегося (дочернего) ядра. Как видно из схемы (1.13), атомный номер дочернего ядра на две, а массового числа – на четыре единицы меньше, чем у исходного ядра.

Заряд альфа-частицы положительный. Альфа-частицы характеризуют двумя основными параметрами: длиной пробега (в воздухе до 9 см, в биологической ткани до 10-3 см) и кинетической энергией в пределах 2…9 МэВ.

Альфа-распад наблюдается только у тяжелых ядер с Аm>200 и зарядовым числом Z >82. Внутри таких ядер происходит образование обособленных частиц из двух протонов и двух нейтронов. Обособлению этой группы нуклонов способствует насыщение ядерных сил, так что сформировавшаяся альфа-частица подвержена меньшему действию ядерных сил притяжения, чем отдельные нуклоны. Одновременно альфа-частица испытывает большее действие кулоновских сил отталкивания от протонов ядра, чем отдельные протоны. Этим объясняется вылет из ядра альфа-частиц, а не отдельных нуклонов.

В большинстве случаев радиоактивное вещество испускает несколько групп альфа-частиц близкой, но различной энергии, т.е. группы имеют спектр энергии. Это обусловлено тем, что дочернее ядро может возникнуть не только в основном, но и в возбужденных состояниях с различными энергетическими уровнями.

Возбужденное ядро может испустить также какую-либо частицу: протон, нейтрон, электрон или альфа-частицу. Оно может и отдать избыток энергии одному из окружающих ядро электронов внутреннего слоя. Передача энергии от ядра к самому близкому электрону К-слоя происходит без испускания гамма-кванта. Получивший энергию электрон вылетает из атома. Этот процесс называется внутренней конверсией. Образовавшееся вакантное место заполняется электронами с вышележащих энергетических уровней. Электронные переходы во внутренних слоях атома приводят к испусканию рентгеновских лучей, имеющих дискретный энергетический спектр (характеристических рентгеновских лучей). Всего известно около 25 естественных и около 100 искусственных альфа-радиоактивных изотопов.

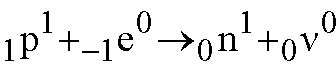
Бета-распад объединяет три вида ядерных превращений: электронный и позитронный распады, а также электронный захват или К-захват. Первые два вида превращений состоят в том, что ядро испускает электрон и антинейтрино (при – распаде) или позитрон и нейтрино (при – распаде). Электрон (позитрон) и антинейтрино (нейтрино) не существуют в атомных ядрах. Эти процессы происходят путем превращения одного вида нуклона в ядре в другой – нейтрона в протон или протона в нейтрон.

При отрицательном бета-распаде зарядовое число радионуклида увеличивается на единицу, а при положительном бета-распаде – уменьшается на единицу.

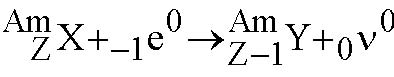
Поскольку при распаде из ядра вылетают две частицы, а распределение между ними общей энергии происходит статистически, то спектр энергии электронов (позитронов) является непрерывным от нуля до максимальной величины Emax называемой верхней границей бета-спектра. Для бета-радиоактивных ядер величина Emax заключена в области энергии от 15 кэВ до 15 МэВ. Длина пробега бета-частицы в воздухе до 20 м, а в биологической ткани до 1,5 см.

Бета-распад обычно сопровождается испусканием гамма-лучей. Причина их возникновения та же, что и в случае альфа-распада: дочернее ядро возникает не только в основном (стабильном), но и в возбужденном состоянии. Переходя затем в состояние меньшей энергии, ядро испускает гамма-фотон.

При электронном захвате происходит превращение одного из протонов ядра в нейтрон:

.

При таком превращении исчезает один из ближайших к ядру электронов (электрон К-слоя атома). Протон, превращаясь в нейтрон, как бы «захватывает» электрон. Отсюда произошел термин «электронный захват». Особенностью этого вида β-распада является вылет из ядра одной частицы – нейтрино. Схема электронного захвата имеет вид

. (1.16)

Электронный захват в отличие от бета-распадов всегда сопровождается характеристическим рентгеновским излучением. Последнее возникает при переходе более удаленного от ядра электрона на появляющееся вакантное место в К-слое.

Таким образом, при бета-распаде сохраняется массовое число ядра, а его заряд изменяется на единицу.

К настоящему времени известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Из них только около 20 являются естественными, остальные получены искусственным путем.

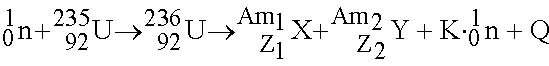
Все виды радиоактивного распада сопровождаются гамма-излучением. Гамма-лучи – коротковолновое электромагнитное излучение, которое не относится к самостоятельному виду радиоактивности. Экспериментально установлено, что гамма-лучи испускаются дочерним ядром при переходах ядер из возбужденных энергетических состояний в основное или менее возбужденное. Энергия гамма-лучей равна разности энергий начального и конечного энергетических уровней ядра. Длина волны гамма-лучей не превышает 0,2 нанометра.

Процесс гамма-излучения не является самостоятельным типом радиоактивности, так как он происходит без изменения Z и Am ядра.

2.3 Деление тяжелых ядер. Цепная реакция деления

Одним из видов ядерных реакций является деление тяжелого атомного ядра ( и др.) на осколки под действием тепловых нейтронов. Деление ядер изотопа вызывается только быстрыми нейтронами с энергией, большей 1 МэВ.

Схему реакции деления ядра урана-235 при воздействии тепловым нейтроном можно представить следующим образом:

,

где К – количество нейтронов, высвободившихся в процессе деления (равное 2 или 3);

Q – выделившаяся энергия.

Время, в течение которого происходит распад одного ядра с выделением осколков деления, нейтронов и энергии называют первым актом деления или первым поколением.

Дальнейшие исследования показали, что ядро урана в большинстве случаев делиться несимметрично. При этом наиболее вероятным является деление на осколки, массы которых относятся как 2:3. Так при делении ядер урана-235 те-пловыми нейтронами распределение осколков по массе может быть представлено кривой, показанной на рис.

При делении каждого ядра урана высвобождается несколько нейтронов. Относительное количество нейтронов в тяжелых ядрах заметно больше, чем в легких. Поэтому образовавшиеся осколки оказываются сильно перегруженными нейтронами. При этом большинство нейтронов испускается мгновенно, но часть их (около 0,8%), получившая название запаздывающих, испускается медленно. На каждый акт деления ядра урана приходится 2-3 выделившихся нейтрона. Испускаемые при делении ядер вторичные нейтроны вызывают новые акты деления, т.е. цепную реакцию деления. Минимальное условие поддержания цепной реакции состоит в том, чтобы в среднем при делении каждого ядра возникал хотя бы один нейтрон, вызывающий деление следующего ядра.

Если в среде, содержащей уран-235, разделилось одно ядро, то в среднем при этом высвободится 2 нейтрона, которые могут вызвать деление двух ядер во втором поколении и т.д. После смены n поколений в среде может быть нейтронов, которые потенциально могут вызвать деление такого же количества ядер. Выход нейтронов в ядерной реакции деления характеризуют коэффициентом размножения нейтронов. Коэффициент размножения нейтронов К – это от-ношение числа нейтронов i-го поколения в числу нейтронов предшествующего поколения.

Скорость нарастания реакции определяется величиной коэффициента размножения нейтронов и средним временем жизни одного поколения нейтронов. Система, в которой К=1, называется критической системой. В этом случае цепная реакция идет с постоянным числом нейтронов, что имеет место при нормальной работе атомного реактора.

Если Кто система называется подкритической. Цепная реакция в ней нарастает или затухает при запуске или остановке реактора, что соответствует запуску или остановке атомного реактора.

При К>1 система называется надкритической. В ней идет цепная реакция с нарастающим числом нейтронов. При этом из-за малого значения времени жизни одного поколения число нейтронов увеличивается очень быстро и реакция принимает взрывной характер, что характерно для ядерного взрыва.

При рассмотрении цепной реакции деления необходимо учитывать, что ядра различных элементов с различной вероятностью захватывают нейтроны, имеющие одинаковую энергию. Например, тепловые нейтроны вызывают деление ядер урана-235, а быстрые нейтроны, кроме деления ядер урана-235 (но с меньшей вероятностью), могут вызвать деление урана-238. Резонансные нейтроны, хотя и хорошо поглощаются ядрами урана-238, но не вызывают их деления, а приводят к ряду радиоактивных превращений исходного ядра, конечным этапом которых являются ядра плутония-239.

Однако такое представление о цепной реакции является идеализированным, так как в любой реальной системе возможен выход вторичных нейтронов из лавины вследствие следующих процессов: вылета нейтронов из зоны реакции через поверхность; захвата нейтронов ядрами примесей, продуктами реакции и т.д.; захвата нейтронов ядрами урана, которые, тем не менее, не приводят к реакции деления.

Ядерная цепная реакция может протекать при выполнении ряда условий:

1. Уран-238 должен быть, по возможности, очищен от примесей с целью уменьшения захвата нейтронов и образования ядер плутония-239.

2. В случае цепной реакции на быстрых нейтронах необходимо обогащение естественного урана-238 изотопом урана-235 (≈ 15%).

3. Если цепная реакция планируется на тепловых нейтронах то:

а) увеличивают процент обогащения урана-238 (более 20 %);

б) применяют замедлители, которые преобразуют быстрые нейтроны в тепловые. Это происходит за счет отбора кинетической энергии у быстрых нейтронов до энергии тепловых. В качестве замедлителей применяются вещества, имеющие малую плотность. Такими веществами являются тяжелая вода Д2О (двуокись дейтерия, имеющая плотность ρ=1,1 г/см3) и углерод С (в виде графита, ρ=1,6 г/см3).

4. Необходимое понижение вероятности радиационного захвата нейтронов, достигается тем, что вместо однородной смеси урана и замедлителя (гомогенная система) применяются чередующиеся блоки этих веществ (гетерогенная система). При ее использовании, образовавшийся в уране быстрый нейтрон успевает уйти в замедлитель до достижения им резонансной энергии. Там он становится тепловым, после чего возвращается обратно в уран, где вступает в цепную реакцию. В гомогенной системе цепная реакция в естественном уране может протекать только при использовании самого дорогого замедлителя - тяжелой воды. В гетерогенной системе она идет в том случае, когда замедлителем служит более дешевый графит.

5. Для осуществления цепной реакции наиболее выгодна система, форма которой близка к сферической. Для такой системы утечка нейтронов через поверхность будет минимальной.

6. Цепная реакция будет протекать лишь в том случае, когда ядерного топлива будет достаточно. Минимальная масса топлива, при которой еще протекает ядерная реакция, называется критической массой. Значение критической массы зависит от геометрии ядерного топлива, ее структуры и материала отражателя нейтронов. Например, для сферы из чистого урана-235 критическая масса равна 9 кг. Но если тот же уран прослоен тонкими полиэтиленовыми пленками и окружен бериллиевым отражателем, то критическая масса снижается до 240 г. Отражатель служит для возвращения нейтронов в зону реакции.

Таким образом, цепную реакцию деления можно осуществить с использованием разных видов топлива и замедлителя:

1. естественного и слабообогащенного урана с тяжеловодным или графитовым замедлителем на тепловых нейтронах;

2. сильнообогащенного урана или искусственного ядерного топлива (плутония) без замедлителя на быстрых нейтронах.

2.4 Понятие о ядерном реакторе и принципе его работы

Ядерный реактор – это устройство, в котором осуществляется управляемая ядерная цепная реакция деления, сопровождающаяся выделением тепла и используемая для производства электроэнергии.

Атомные реакторы классифицируются по двум основным признакам: по взаимному расположению ядерного топлива и замедлителя (гетерогенные или гомогенные); виду нейтронов, участвующих в реакции деления (реакторы, работающие на тепловых или быстрых нейтронах).

Первая в мире атомная электростанция с реактором на тепловых нейтронах с замедлителем из графита была пущена в бывшем СССР в г. Обнинске в июне 1954 г.

Наиболее распространенными были реакторы большой мощности канальные (РБМК) и водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР). Реакторы типа РБМК работают на Игналинской, Смоленской, Чернобыльской АЭС. Водо-водяной энергетический реактор работает на Ровенской АЭС. Эти четыре АЭС размещаются вблизи государственной границы Республики Беларусь и в случае аварии на любой из них часть территории нашей страны будет загрязнена радиоактивными веществами.

Активная зона представляет собой цилиндрическую кладку, состоящую из отдельных, собранных в вертикальные колонны графитовых блоков, выполняющих роль замедлителя. В графитовых колонах проходит 1660 вертикальных технологических каналов, предназначенных для кассет с ядерным топливом. Ядерное топливо представляет собой таблетки черного цвета диаметром около 1 см и высотой – 1,5 см. Они содержат 2% изотопа 235 и 98% урана-238. Во всех случаях при таком составе ядерного топлива ядерный взрыв произойти не может, так как для лавинообразной стремительной реакции деления, характерной для ядерного взрыва, требуется концентрация урана-235 более 60%.

Двести таблеток ядерного топлива загружаются в трубки длиной 3,5 м, диаметром 1,35 см, изготовленной из циркониевого сплава. Такая трубка называется тепловыделяющим элементом (ТВЭЛ). Тепловыделяющие элементы собираются в кассеты, называемые «сборками»

Общая масса топлива, загружаемого в РБМК, составляет 190 т. В процессе работы реактора ТВЭЛы охлаждаются потоками теплоносителя, проходящими по технологическим каналам. В качестве теплоносителя используется обыкновенная вода.

Активную зону реактора окружают отражателем нейтронов, способствующим уменьшению утечки нейтронов из активной зоны путем их отражения обратно в зону.

Для управления ядерной реакцией, происходящей в ТВЭЛах, в специальные каналы вводятся регулирующие стержни, которые могут свободно перемещаться по специальным каналам.

Вокруг активной зоны реактора располагается биологическая защита от мощных потоков нейтронов, а также от альфа-, бета- и гамма-излучений. В качестве многометрового слоя биологической защиты используется углеродистая сталь, песок, бетон, галька и вода.

Принцип работы реактора типа РБМК состоит в следующем. В результате деления ядер урана-235 вторичные быстрые нейтроны выходят из ТВЭЛов и попадают в графитовый замедлитель. Проходя по замедлителю, они теряют часть своей энергии и, уже являясь тепловыми, вновь попадают в ТВЭЛы и участвуют в дальнейшем процессе деления ядер урана-235. Энергия цепной ядерной реакции выделяется в виде кинетической энергии осколков деления, вторичных нейтронов, альфа- и бета-частиц, гамма-квантов и некоторых других элементарных частиц. В результате этого происходит разогрев ТВЭЛов и графитовой кладки замедлителя. Теплоноситель, в качестве которого используется вода, двигаясь в технологических каналах снизу вверх под давлением 70 атм, охлаждает активную зону реактора. В результате происходит нагрев теплоносителя до 284 0С. При этом происходит частичное превращение теплоносителя в пар.

Пароводяная смесь попадает по трубопроводам в сепаратор, который служит для отделения воды от пара (рис).

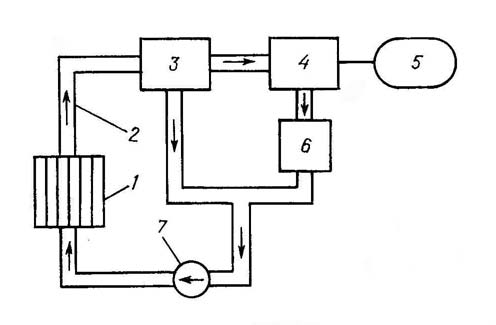


Рис. Принципиальная схема АЭС с РБМК: 1 – активная зона реактора; 2 – поток теплоносителя; 3 – сепаратор; 4 – паровая турбина; 5 – генератор электрического тока; 6 – технологический конденсатор; 7 – циркуляционный насос.

Насыщенный пар под давлением попадает на лопасти турбины, связанной с генератором электрического тока. Оставшийся пар направляется в технологический конденсатор, конденсируется, смешивается с теплоносителем, поступающим из сепаратора, и под давлением, создаваемым циркуляционным насосом, вновь поступает в технологические каналы активной зоны реактора.

Во время работы реактора состав активной зоны значительно изменяется за счет появления новых радионуклидов, разнообразных радиоактивных превращений. Эти процессы приводят к снижению реактивности реактора. Если снижение реактивности обусловлено появлением в активной зоне нуклидов, хорошо поглощающих нейтроны, то такое снижение реактивности называют отравлением реактора. Если в реакторе появляются нуклиды, сравнительно слабо поглощающие нейтроны, то образуются шлаки, а сопутствующий процесс снижения реактивности называют шлакованием.

Процессы отравления и шлакования непосредственно связаны с дополнительной потерей нейтронов в активной зоне, поэтому для компенсации происходящего снижения реактивности необходимо увеличить начальную загрузку ядерного топлива по сравнению с критическим значением.

Оперативное изменение коэффициента размножения нейтронов, удержание реактора в критическом и подкритическом режимах осуществляется системой управления и защиты (СУЗ), которая выполняет три основные функции:

а) компенсацию избыточной реактивности;

б) изменение мощности реактора, включая его пуск и остановку, а также поддержание мощности при случайных колебаниях параметров;

в) аварийную защиту реактора (быстрое и надежное гашение цепной реакции деления).

В соответствии с функциями СУЗ поглощающие стержни разделяют на три группы: стержни автоматического регулирования, компенсирующие стержни и стержни аварийной защиты.

Стержни автоматического регулирования предназначены для регулировки тепловой мощности реактора. При нормальной работе реактора, т.е. при отрицательном значении температурного коэффициента , стержни выделены из активной зоны и находятся в крайнем верхнем положении. Если температурный коэффициент становится положительным, тогда стержни автоматической регулировки вводятся в активную зону.

Компенсирующие стержни предназначены для компенсации избыточной реактивности в реакторе. Во время работы реактора эти стержни введены в активную зону и по мере его эксплуатации выводятся из нее. Полностью будут выведены из зоны после того, когда ядерное топливо потеряет реактивность и необходима будет его замена.

Стержни аварийной защиты при нормальной работе реактора выведены из активной зоны и находятся в крайнем верхнем положении. Вводятся в активную зону с максимальной скоростью для остановки реактора в аварийной ситуации.

Достоинством реактора РБМК является возможность замены ТВЭЛов без остановки реактора и возможность поканального контроля его состояния. К недостаткам реактора РБМК следует отнести низкую стабильность работы на малых ядерных уровнях мощности; недостаточное быстродействие системы управления и исползоывание одноконтурной схемы. Применение одноконтурной схемы в теплоотводе приводит к возможному радиоактивному загрязнению турбогенератора в сязи с небольшим, но постоянным выносом радиоактивности из технических каналов реактора в паровой тракт турбины. Это затрудняет профилактическое обслуживание турбины и требует дополнительной радиационной защиты циркуляционного контура.

2.5 Естественный радиационный фон

Естественный радиационный фон есть неотъемлемый фактор окружающей среды, оказывающий существенное воздействие на жизнедеятельность человека. Эволюционное развитие показывает, что в условиях естественного фона обеспечиваются оптимальные условия для жизнедеятельности человека, животных, растений. Поэтому при оценке опасности, обусловленной ионизирующим излучением, крайне важно знать характер и уровни облучения от различных источников.

Естественное фоновое облучение человека обусловливается внешним и внутренним облучением. Внешнее облучение создается за счет воздействия на организм ионизирующих излучений от внешних по отношению к человеку источников излучения, а внутреннее - за счет воздействия на организм ионизирующих излучений радиоактивных нуклидов, находящихся внутри организма.

Космические излучения и изотопы земной коры создают естественный радиационный фон, который характерен для каждой местности. Различают первичное и вторичное космическое излучение.

Первичное космическое излучение представляет собой поток частиц, попадающих в земную атмосферу из межзвездного пространства, солнечной системы. Оно состоит из протонов (примерно 90%) и альфа-частиц (около 10% ). В меньших количествах присутствуют нейтроны, электроны, ядра легких элементов. Большая часть первичного космического излучения возникает в пределах нашей Галактики. Энергия частиц первичного излучения достигает 1012–1014 МэВ. Кроме того, при солнечных вспышках возникает солнечное космическое излучение, которое приводит к увеличению дозы облучения на поверхности Земли.

Вторичное космическое излучение образуется в результате взаимодействия частиц первичного космического излучения с ядрами атомов, входящих в состав воздуха. Оно содержит практически все известные в настоящее время элементарные частицы. У поверхности Земли оно состоит в основном из фотонов, электронов и позитронов с энергией до 100 МэВ.

Мощность космических лучей, достигающих земной поверхности, зависит от географической широты и высоты над уровнем моря. Изменение мощности космических лучей в зависимости от географической широты обусловлено тем, что Земля похожа на гигантский магнит. Поэтому космические лучи, будучи заряженными частицами, отклоняются от экватора и собираются вместе в виде своеобразных воронок в области полюсов Земли. Области вблизи экватора, находящиеся на уровне моря, получают наименьшую дозу космического излучения, примерно равную 0,35 мЗв/год. На широте 50о доза космического излучения составляет 0,5 мЗв/год. Это обусловлено тем, что толстый слой атмосферы, содержащий воздух и пары воды, разрушая, замедляя и останавливая движение многих быстрых заряженных частиц, двигающихся из космоса.

С ростом высоты над уровнем моря мощность эквивалентной дозы космического излучения увеличивается. Например, на высоте 4500 м доза облучения из космоса составляет 3 мЗв/год, а на вершине пика Эвереста (8848 м над уровнем моря), соответствующий показатель равен 8 мЗв/год.

В земной коре имеются радиоизотопы, не успевшие распасться за время существования Земли. Они имеют период полураспада в миллиарды лет. Важнейшими из них являются калий-40, уран-238, торий-232. Тяжелые ядра этих изотопов до полного распада успевают образовать несколько промежуточных радиоактивных изотопов.

Как правило, природные радионуклиды сконцентрированы в гранитных породах гор. Радиоактивность известняковых и песчаных пород ниже. Средний уровень мощности дозы излучения на высоте 1 м над поверхностью известняка равен примерно 0,2 мЗв/год. На нашей планете существует ряд регионов, где существенно увеличен уровень радиации, исходящий из почв и гор – это Бразилия, Египет, Индия, Франция, остров Ниуэ и др. Так в ряде мест Бразилии, главным образом в прибрежных полосах земли, мощность дозы излучения из почвы и скальных пород составляет 5 мЗв/год. Примерно 1/6 часть населения Франции (7 млн. человек) живет в районах, где скальные породы представлены в основном гранитом, из-за чего радиационный фон повышен, и мощность дозы составляет до 3,5 мЗв/год.

В индийских штатах Керала и Мадрас, проживает около 100 тысяч человек, которые получают дозу, в среднем равную 13 мЗв/год. Удельная радиоактивность почвы выше при условии, что в ней содержится больше глинистых частиц и чернозема. Лесные и дерново-подзолистые почвы имеют меньшую радиоактивность. В Беларуси естественное облучение составляет около 2,4 мЗв/год.

В конце семидесятых годов прошлого столетия установлено, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является тяжелый газ ра-дон-222 и его изотоп радон-220 (торон). Для удобства под радоном понимают оба указанных изотопа.

Радон-222 – это продукт радиоактивного превращения урана-238, а радон-220 – тория-232. Инертный тяжелый газ радон без цвета и запаха, в 7,5 раза тяжелее воздуха, растворяется в воде, точка кипения –65 0С. «Дочерние» продукты распада радона также радиоактивные изотопы: полония, свинца и висмута. Сейчас известно, что радиационная доза в легких от дочерних продуктов во много раз больше, чем от самого радона.

Атомы любого газа, в том числе и радона, стремятся при малейшей возможности покинуть ту полость, которая их заключает в себя. Попадая в атмосферу, радон переносится воздушными массами, продолжая распадаться. Радон вносит вклад во внешнее и внутреннее облучение, так как может попадать в организм с вдыхаемым воздухом, пищей и водой. Следует помнить, что концентрация радона в жилых помещениях выше, чем снаружи. Это обусловлено содержанием радона в строительных материалах, поступлением в дома вместе с почвенным воздухом. В окружающую среду он затягивается из грунта вследствие разности давлений внутри и вне здания. Если дом стоит на богатом радиоактивными элементами грунте, то ситуация особенно неблагоприятна. Так как для строительства зданий используются природные материалы, то и в домах человек не избавлен от влияния ионизирующих излучений. Меньше всего радиоактивность в деревянных домах (до 0,5 мЗв/год), в кирпичных (до 1,5 мЗв/год), в железобетонных может достигать до 1,7 мЗв/год.

Особенно сильное воздействие радон оказывает на людей, находящихся в подвальных помещениях, и на первых этажей жилых зданий. Поэтому для того, чтобы уменьшить риск радонового облучения, необходимо проводить защитные мероприятия: использовать для полов специальные покрытия, тщательно проветривать помещения и др. К примеру, активная вентиляция помещения в течение 2-3 часов снижает концентрацию радона в 3-4 раза.

Часть радона в здании накапливается также из природного газа и воды. На кухню радон поступает с природным газом. В ванной концентрация радона может в три раза превысить таковую на кухне. Это объясняется значительным содержанием радона в воде, которое колеблется от долей единиц до 100 млн. Бк/м3. Много радона может содержать вода из глубоких подземных скважин или артезианских колодцев. В подземных водах его концентрация может составлять от 5 Бк/л до 1 МБк/л, т.е. изменяться в миллион раз. В водах озер и рек концентрация радона редко превышает 0,5 Бк/л, а в водах морей и океанов – не более 0,05 Бк/л.

При кипячении воды большая часть радона улетучивается. Поступающий с некипяченой водой радон быстро выводится из организма. Сырая вода с радоном, попавшая в желудочно-кишечный тракт, не столь вредна и опасна, как радон, попадающий в легкие. Поэтому распыляя воду в ванной с помощью душа, мы переводим радон из воды в воздух, а затем в легкие.

В связи с изложенным проблема радона приобрела существенное значение. До 1990 г. ни в одной стране не устанавливались нормативы содержания радона и продуктов его распада в жилых помещениях. В настоящее время в ряде стран приняты допустимые концентрации радона внутри помещений. Соответствующие нормативы предусмотрены для существующих и проектируемых зданий, которые приведены в табл.

Таблица

Нормативы концентрации радона в воздухе жилых помещений (Бк/м3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Страна | Существующие здания | Проектируемые здания |
| Швеция | 100 | 100 |
| Финляндия | 400 | 100 |
| США | 80 | – |
| Канада | 400 | – |
| Германия | 200 | – |
| Великобритания | 200 | – |
| Россия | 200 | 100 |
| Республика Беларусь | 200 | 100 |
| Международная комиссия радиологической защиты | 200 | 100 |

За счет радона и дочерних продуктов его распада средний житель планеты получает в среднем за год около 100 мбэр = 1 мЗв облучения.

В среднем порядка 60-70% эффективной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает в организм с пищей, водой и воздухом. В частности, человек получает около 180 мкЗв в год за счет радиоактивного калия-40, который играет существенную роль в процессе его жизнедеятельности. Причем, калий-40 содержится почти во всех пищевых продуктах (табл).

Таблица

Содержание радиоактивного калия-40 в пищевых продуктах

|  |  |
| --- | --- |
| Продукт | Содержание Ка-40, мкг/кг |
| 1 | 2 |
| Хлеб ржаной | 2420 |
| Макароны | 1300 |
| Крупа гречневая | 1300 |
| Рис | 700 |
| Горох | 9070 |
| Мука пшеничная, в/с | 860 |
| Молоко парное | 1430 |
| Масло сливочное | 140 |
| Творог | 3720 |
| Сыр | 890 |
| Мясо говяжье | 3380 |
| Сало свиное | 1690 |
| Рыба | 2620 |
| Картофель | 4490 |
| Капуста | 3300 |
| Свекла | 3530 |
| Морковь | 2870 |
| Шоколад | 5630 |
| Какао | 11110 |

Из всевозможных способов внутреннего облучения наиболее опасно вдыхание загрязненного воздуха, потому что взрослый человек, занятый работой средней тяжести, потребляет воздуха 20 м3 (воды же всего 2 литра); радиоактивное вещество, поступающее таким путем в организм человека, быстро усваивается.

Примерно 2/3 эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, обусловлены внутренним облучением. При этом одни и те же концентрации радионуклидов при внутреннем облучении более опаснее, нежели внешнего облучения. Это обусловлено тем, что при внутреннем облучении резко увеличивается время облучения тканей организма, которое определяется сроком пребывания источника радиации в организме.

Научный комитет ООН по действию атомной радиации рекомендует считать суммарную эффективную дозу от естественных источников радиации равной 2 мЗв/год, в том числе от внутреннего облучения 1,65 мЗв/год, от внешнего – 0,35 мЗв/год.

2.6 Искусственные источники радиации

Рассмотренные выше уровни фонового облучения человека относятся к извечному распределению естественных источников радиации, сложившемуся на нашей планете. В процессе использования различных технологий человек может локально изменять распределение этих источников.

Добыча и переработка ископаемых перераспределяют природные радиоактивные элементы. Сжигание каменного угля приводит к выбросу в атмосферу аэрозолей, содержащих большое количество радиоактивных элементов. Зола угля идет на производство бетона, в результате чего бетонные здания имеют повышенный радиационный фон. Для производства кирпича также используются некоторые природные материалы, которые дают вклад в радиационный фон (до 1 мЗв/год ).

Другим источником антропогенного повышения радиационного фона является использование фосфорных удобрений в сельском хозяйстве, что приводит к проникновению радионуклидов из почвы в пищевые культуры. Применение удобрений в жидком виде ведет к загрязнению радиоактивными веществами пищевые продукты. Сами предприятия, производящие фосфатные удобрения, способствуют повышению концентрации урана, радия, радона, тория в приземном воздухе в 2-14 раз по сравнению с их естественными концентрациями. Дополнительное загрязнение окружающей среды этими радионуклидами обусловлено сбросами жидких отходов фосфатных производств, а также использованием их побочных продуктов в строительной промышленности.

За последние несколько десятилетий человек научился использовать энергию атомного ядра разных целях. Она используется для создания атомного оружия, производства электроэнергии, в медицине и др. Испытания ядерного оружия и аварии на радиационно опасных объектах привели к дополнительному радиоактивному загрязнению всей планеты. Заброшенные на большую высоту радиоактивные вещества независимо от того, в какой географической точке произошел взрыв, концентрируются, в основном, между тридцатым и пятидесятым градусом широты в северном и южном полушариях. При этом в север-ном полушарии концентрация в 3-4 раза больше, чем в южном. Радиоактивные вещества постепенно выпадают на земную поверхность большей частью с ливневыми дождями.

Существенную добавку в получаемую человеком дозу вносят медицинские процедуры: лучевая терапия, рентгеновские обследования, изотопная диагностика. Доза местного одноразового облучения при рентгенографии зубов составляет 30 мЗв, при рентгеноскопии желудка - 300 мЗв, при флюорографии - 3,7 мЗв. Радиоактивные изотопы широко используются в технике для неразрушающего контроля качества изделий.

Незначительные дозы прибавляются к естественному радиационному фону при просмотре телевизора, работе с дисплеем ЭВМ, при перелетах самолетом и т.д. Ежедневный в течение года трехчасовой просмотр телевизионных программ увеличивает дозу облучения на 0,005 мЗв/год. Перелет самолетом на расстояние 2400 км добавит к дозе облучения 0,01 мЗв.

Дозы облучения человека от источников, дающих наибольший вклад в индивидуальную дозу, приведены в табл.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Источники облучения | Индивидуальная доза, МЗв/год |
| Естественные источники | 2,4 |
| Медицинские процедуры | 0,4 |
| Испытания ядерного оружия | 0,2 |
| Авария на Чернобыльской АЭС | В среднем по Беларуси 2,2 |

Из табл видно, что из искусственных источников облучения основную «добавку» к естественному радиационному фону дают медицинские процедуры. Авария на Чернобыльской АЭС в среднем по Беларуси дала в первый год индивидуальную дозу, приблизительно равную естественному радиационному фону.

# Модуль 7 Защита населения и объектов.

# 1 ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, имеющих цель не допустить неблагоприятного воздействия чрезвычайных ситуаций или максимально ослабить степень их воздействия. Эффективность защиты населения может быть достигнута лишь на основе учета принципов обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях и наилучшего использования всех средств и способов.

Принципы обеспечения безопасности по признаку их реализации условно делятся на три группы: заблаговременная подготовка, дифференцированный подход и комплексность мероприятий.

Заблаговременная подготовка предполагает прежде всего накопление средств защиты (коллективных и индивидуальных) от опасных и вредных факторов и поддержание их в готовности для использования населением, а также подготовку к проведению мероприятий по эвакуации населения из опасных зон.

Дифференцированный подход выражается в том, что характер и объем защитных мероприятий устанавливается в зависимости от вида источников опасных и вредных факторов, а также от местных условий.

Комплексность мероприятий заключается в эффективном применении средств и способов защиты от последствий чрезвычайных ситуаций и их согласованном осуществлении со всеми мероприятиями по обеспечению безопасности в ЧС.

К таким мероприятиям относятся:

а) обучение населения действиям в ЧС;

б) организация своевременного оповещения об угрозе возникновения ЧС;

в) организация и проведение радиационной и химической разведки, а также дозиметрического и химического контроля;

г) проведение профилактических, противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий;

д) создание запасов материальных средств для проведения спасательных и других неотложных работ;

е) прогнозирование и оценка возможных последствий ЧС;

ж) планирование мероприятий по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС, а также по сокращению масштабов и ликвидации их последствий.

Поясним сущность некоторых мероприятий. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций – это метод ориентировочного выявления и оценки обстановки, складывающейся в результате стихийных бедствий, аварий и катастроф. Его сложность заключается в том, что требуется оценить район, характер и масштабы ЧС в условиях неполной информации, и на этой основе определить характер и объем работ по ликвидации последствий ЧС. В задачу прогнозирования входит также ориентировочное определение времени возникновения ЧС. Это краткосрочный прогноз, по которому принимаются оперативные решения по обеспечению безопасности населения. Он делается на основе обработки статистических данных, наблюдений с искусственных спутников Земли, информации различных наземных станций и т. п. Когда момент ЧС предсказан, реализуются защитные мероприятия, вплоть до ввода чрезвычайного положения, частичной эвакуации населения.

Конечным результатом планирования является составление плана, в котором содержатся выводы из оценки прогнозируемой обстановки, которая может сложиться в результате ЧС, и намечаемые мероприятия по обеспечению безопасности населения при угрозе и возникновении ЧС: порядок оповещения, организация разведки и наблюдения, подготовка сил и средств к проведению спасательных работ, выдача населению средств индивидуальной защиты (СИЗ), организация эвакуации и т. д. Реальность плана проверяется в ходе тренировок и учений. Защита населения организуется и осуществляется на основании следующих основных принципов:

а) мероприятия по защите населения планируются и организуются на всей территории республики по территориально-производственному принципу с учетом социального и экономического развития областей городов, районов и ОНХ;

б) основные мероприятия по защите населения планируются и осуществляются в мирное время;

в) все защитные мероприятия планируются и осуществляются в тесном взаимодействии с мероприятиями, проводимыми Министерством обороны по укреплению оборонного могущества республики.

Основными способами защиты населения в ЧС являются: укрытие в защитных сооружениях; эвакуация населения; использование СИЗ и средств медицинской помощи.

1.1 Укрытие населения в защитных сооружениях

Этот способ является наиболее надежным в случае военно-политических конфликтов с применением современных средств поражения, а также в ЧС, сопровождающихся выбросом радиоактивных и химических веществ. Защитные сооружения – это инженерные сооружения, специально предназначенные для защиты населения от физических, химических, биологических опасных и вредных факторов. В зависимости от защитных свойств эти сооружения подразделяются на убежища, противорадиационные укрытия (ПРУ) и простейшие укрытия – открытые и перекрытые щели. Накопление защитных сооружений осуществляется путем строительства их в ходе выполнения народнохозяйственных планов. При недостатке заблаговременно построенных убежищ будут строиться быстровозводимые убежища из готовых конструкций.

Убежища представляют собой сооружения, обеспечивающие наиболее надежную защиту укрываемых в них людей от воздействия всех поражающих факторов современных средств нападения, а также от обвалов и обломков разрушенных зданий и сооружений при взрывах.

В убежищах люди могут находиться длительное время (даже в заваленных), безопасность их обеспечивается в течение нескольких суток. Надежность защиты достигается за счет прочности ограждающих конструкций и перекрытий, а также за счет создания санитарно-гигиенических условий – герметизации, запаса продовольствия и воды, системы фильтровентиляции, электроснабжения, канализации, отопления.

Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления объекта народного хозяйства и репродуктор радиотрансляционной сети, а также приборы дозиметрической разведки, средства тушения пожара, запас инструмента и санитарного имущества.

По назначению убежища подразделяются: для защиты населения; для размещения органов управления, а также для размещения лечебных учреждений.

Убежище рассчитывается на определенное количество людей: на одного человека предусматривается не менее 0.5 м2 площади пола и 1.5 м3 внутреннего объема. В помещениях оборудуются скамейки для сидения и нары для лежания. По вместимости убежища бывают малые (до 150 мест), средние (от 150 до 450 мест) и большие (более 450 мест).

По месту размещения убежища могут быть отдельно стоящими или встроенными (под жилыми, административными и производственными зданиями). Встроенные убежища имеют запасной и аварийный выходы на не заваливаемой территории, равной половине высоты здания, плюс 3 метра.

Защитные свойства убежищ оцениваются по двум показателям: устойчивости к избыточному давлению во фронте ударной волны и коэффициентом ослабления проникающей радиации. По этим показателям убежища делятся на 5 классов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс убежища | Устойчивость к избыточному давлению (кгс/см) | Коэффициент ослабления (КОСЛ) |
| А-1 | 5 | 5000 |
| А-2 | 3 | 3000 |
| А-3 | 2 | 2000 |
| А-4 | 1 | 1000 |
| А-5 | 0.5 | 300 |

Защитные сооружения с более низкими показателями не являются убежищами.

Помещения в убежище подразделяются на основные и вспомогательные. К основным относятся помещения для укрываемого населения, тамбуры, а к вспомогательным – помещения для пункта управления, фильтровентиляционной аппаратуры (ФВА), дизельной электростанции, продуктов питания, медицинская комната и другие.

ФВА обеспечивает снабжение убежища воздухом в 3 режимах: чистой вентиляции, фильтровентиляции и регенерации. В первом режиме воздух очищается от радиоактивной пыли; этот режим применяется в том случае, когда убежище попало в зону радиоактивного заражения, которое будет иметь место при аварии на радиационно опасном объекте или при ядерном взрыве. Во втором режиме воздух очищается от отравляющих веществ и бактериальных средств. Этот режим применяется в случае наличия в воздухе отравляющих веществ и бактериальных средств. Режим регенерации используется в том случае, когда убежище попало в зону пожаров и производить забор воздуха нельзя, так как в нем отсутствует кислород. В этом случае воздух, находящийся в убежище, подается на смеситель и обогащается медицинским кислородом.

Организация обслуживания убежищ возлагается на службу убежищ и укрытий ГО. На каждое убежище выделяется звено обслуживания в составе 7 человек, а в больших убежищах – группа обслуживания. Командир звена или группы является комендантом убежища. Звено обслуживает 3 поста, группа – 4. Посты назначаются: 1) при входе в убежище, 2) по обслуживанию фильтровентиляционного оборудования и дизельной электростанции, 3) по поддержанию общего порядка в убежище.

Убежище занимается и покидается укрываемыми по сигналам оповещения ГО. В целях быстрого и организованного заполнения убежищ в информации оповещения указываются места их расположения и маршруты движения к ним.

Противорадиационные укрытия защищают людей от внешнего радиоактивного излучения, непосредственного попадания на кожу и одежду отравляющих веществ, от заражения радиоактивными веществами при попадании их с радиоактивной пылью в органы дыхания. При соответствующей прочности конструкции ПРУ могут частично защитить от воздействия ударной волны, светового излучения и обломков разрушающихся зданий.

Все ПРУ должны иметь устойчивость к избыточному давлению не менее 0.2 кгс/см2. По коэффициенту ослабления проникающей радиации ПРУ делятся на 5 групп: первая и вторая группы имеют КОСЛ – 200, третья и четвертая – 100, пятая – 50. В районе АЭС ПРУ соответствующих групп имеют КОСЛ – 1000, 500, и 100-200.

Вместимость ПРУ может быть (в зависимости от площади помещений) 50 человек и более. В нем предусматриваются основные помещения для размещения укрываемых и вспомогательные – вентиляционные, для хранения зараженной одежды, санитарного узла. В основных помещениях оборудуют места для сидения и лежания. ПРУ должно иметь не менее двух входов, расположенных с противоположных сторон укрытия. Занимаются ПРУ населением по сигналу ГО “Радиационная опасность”.

Приспособить под ПРУ имеющиеся заглубленные сооружения или помещения нижних этажей наземных зданий значительно быстрее и дешевле, чем строить новые, так как обычные подвалы в каменных домах ослабляют радиацию до 1000 раз. Приспособление под ПРУ любого пригодного помещения сводится к повышению его защитных свойств, герметизации и устройству вентиляции. При возможности оборудуется освещение, водоснабжение, отопление, радиоприемник.

Простейшие укрытия строятся при недостатке или отсутствии убежищ и ПРУ. Неперекрытые щели в 1.5 – 2.5 раза ослабляют воздействие проникающей радиации; в 2 – 3 раза уменьшают возможность облучения людей в результате радиоактивного заражения местности. В перекрытой щели толщиной 60-70 см защита людей от светового излучения будет полной, от ударной волны увеличится в 2.5 – 3 раза, от радиоактивного излучения – в 200-300 раз при грунтовом перекрытии в 60-70 см. Исключается также попадание на кожу и одежду радиоактивных и отравляющих веществ. Строятся щели вне зон возможных завалов, глубиной 170-180 см, шириной по верху 110-120 см, по дну до 80 см. Длина щели определяется из расчета 0.5-0.6 м на одного человека. Для ослабления поражающего действия ударной волной щель делают зигзагообразной или ломаной. Дина прямого участка не более 15 м, расстояние между щелями – не менее 10 м.

В мирное время допускается использование защитных сооружений в качестве учебных классов, для хранения готовой продукции и т.п. Но в любом случае время готовности защитных сооружений к приёму укрыванмых не должно превышать 4-6 часов. Поэтому запрещается занимать их сыпучими материалами, загромождать их входы и выходы, что может резко увеличить время приведения их к готовности. Не допускается использование защитных сооружений в народнохозяйственных целях на радиационно и химически опасных объектах, а также объектах особой важности.

1.2 Эвакуация населения

Эвакуация – это организованный вывоз и вывод населения из возможных очагов поражения и опасных зон в загородную зону или другое безопасное место, а также вывоз и размещение в загородной зоне свободной от работы смены рабочих и служащих объектов, продолжающих работу в военное время.

Загородная зона представляет собой территорию, расположенную за пределами зон возможных разрушений в городах. Каждому предприятию, учреждению или учебному заведению города, из которого планируется эвакуация, назначается район размещения в загородной зоне.

Эвакуация во много раз снижает плотность населения в городах, а следовательно, и потери населения в особое время.

Эвакуация населения из крупных городов и населенных пунктов может производиться и в чрезвычайных ситуациях мирного времени: при крупной производственной аварии, разрушении атомного или химического предприятия в результате стихийного бедствия, сопровождающихся радиоактивным или химическим заражении местности, при крупном наводнении или пожаре.

Эвакуация планируется заблаговременно, а осуществляется при возникновении реальной угрозы населению в конкретной чрезвычайной ситуации, когда другим способом его защитить невозможно. Эвакуация должна проводиться в максимально сжатые сроки.

В плане эвакуации предусматривается:

способ проведения эвакуации (вывоз всеми видами транспорта, пешим

порядком или сочетанием того и другого, т. е. комбинированным способом);

намечаемое количество людей для эвакуации, порядок и ее сроки;

места размещения и сроки развертывания эвакоорганов;

места и порядок размещения людей в безопасной зоне;

материальное обеспечение эвакуации (питание, СИЗ, медицинская помощь, средства связи и т. д.), противорадиационное и противохимическое обеспечение.

Непосредственное осуществление эвакуации производится эвакоорганами: эвакуационные комиссии (города, района, ОНХ, сельские), сборные эвакуационные пункты (СЭП), пункты посадки (ПП) в местах отправки людей, промежуточные пункты эвакуации (ППЭ) на маршруте, приемные эвакуационные пункты (ПЭП) в местах прибытия и расселения.

Организацией эвакуации занимаются начальники и штабы городов, районов, ОНХ после получения распоряжения на ее проведение.

Население о необходимости эвакуации оповещается через предприятия, учреждения, учебные заведения, милицию, радиотрансляционную сеть и местное телевидение. Получив извещение о начале эвакуации, граждане должны подготовить и взять с собой документы, деньги, необходимые вещи и запас продуктов; явиться на сборный эвакуационный пункт в строго назначенное время. Перед уходом из квартиры необходимо выключить электросвет, газ, воду.

Заблаговременное планирование эвакуации, как и любого другого способа защиты населения, базируется на прогнозировании обстановки штабами ГО, исходя из конкретных условий в которых находится данный пункт или ОНХ, и предыдущего опыта.

Эвакуация населения осуществляется по территориальному производственному принципу. Это значит, что население, не связанное с обслуживанием и производством, эвакуируются по месту жительства через ЖЭС (ЖЭК, домоуправления). Население, занятое в сфере производства и обслуживания, эвакуируется с мест работы.

Получив сигнал об эвакуации, население обязано явиться на свой сборный эвакопункт (СЭП). Прибывших на СЭП людей регистрируют и организуют колонну для совершения марша по установленному маршруту движения. Численность пеших колонн составляет до 1000 человек. Для удобства управления колонну разбивают на группы по 100 человек. Скорость движения колонны на маршруте 4-5 км/ч, а дистанция между колоннами – до 500 м. Через каждые 1 – 1.5 часа движения делаются малые привалы продолжительностью 10 - 15 мин, а в начале второй половины суточного перехода – большой привал на 1 – 2 ч. На большом привале организуется прием пищи. Суточный переход заканчивается прибытием эвакуируемых на промежуточный пункт эвакуации. На промежуточном пункте эвакуации производится регистрация прибывшего населения; организуется прием пищи и отдыха эвакуируемых. Заканчивается совершение марша прибытием эвакуируемых на приемный эвакопункт. На ПЭП производится учет прибывших; размещение их на свободной жилой площади сельского населения, оказание первой медицинской помощи.

При совершении марша организуется медицинская помощь эвакуируемым силами медицинских пунктов на маршруте движения или силами медработников из числа эвакуируемых. Кроме того, организуется радиационная и химическая разведка, наблюдение за наземной и воздушной обстановкой силами и средствами эвакуируемых. Питание эвакуируемого населения организуется через торговые точки общепита.

Для эвакуации населения путем вывоза используются все виды общественного транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный), а также транспорт индивидуального пользования. Вывозу из города подлежат: рабочие и служащие объектов, продолжающих работу в особый период; детские дошкольные учреждения; население, которое по состоянию здоровья не может совершать марш в загородную зону, личный состав невоенизированных формирований. Для транспорта в городе назначается сборный эвакопункт, где производится регистрация транспорта и эвакуируемого населения. Такой пункт организуется обычно вблизи железнодорожных станций, платформ, пристаней, портов и в других местах.

Эвакуированное население привлекается для работы на сельскохозяйственных предприятиях, а также на предприятиях, вывезенных из города и продолжающих работу в загородной зоне.

Снабжение населения продуктами питания и предметами первой необходимости возлагается на службу торговли и питания сельского района. Коммунально-бытовое обслуживание населения в районах размещения возлагается на местные коммунально-бытовые учреждения (мастерские, прачечные, бани и др.).

Медицинское обслуживание населения возлагается на существующую сеть лечебных учреждений – больницы, поликлиники, сельские медпункты и аптеки.

Эвакуация населения в ЧС мирного времени проводится из опасного района в безопасный. При этом расположения такого района заранее не выбираться. На основе опыта ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы следует планировать эвакуацию из зоны радиоактивного загрязнения с соблюдением следующих требований:

а) эвакуацию населения необходимо начинать немедленно, руководствуясь планами ГО радиационно опасных объектах;

б) для перевозки людей и имущества необходимо использовать крытый транспорт;

в) маршруты вывоза людей должны выбираться по местности с наименьшими уровнями радиации;

г) дороги, по которым намечается эвакуация населения, необходимо увлажнять с помощью поливочных машин, чтобы уменьшить запыление людей и передвигающегося транспорта.

д) посадку людей в транспорт необходимо проводить непосредственно из подъездов домов. До прибытия транспорта люди должны находиться в закрытых помещениях.

Использование средств индивидуальной защиты и медицинской помощи

Средства индивидуальной защиты населения предназначены для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. По назначению они подразделяются на средства защиты органов дыхания и средства защиты кожи. К первым относятся противогазы фильтрующие (ГП-5, ГП-5М и ГП-4у) для взрослого населения; (ДП-6, ДП-6М, ПДФ-7, ПДФ-Д, ПДФ-Ш) для детей и изолирующие противогазы (ИП-4, ИП-5, ИП-46, ИП-46М), респираторы (Р-2), а также противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) и ватно-марлевые повязки. Ко вторым – специальная одежда, резиновая обувь, перчатки, плащи, накидки, обычная одежда, пропитанная спецраствором и др.

По способу изготовления СИЗ подразделяются на средства, которые изготавливаются промышленностью, и средства, изготовляемые населением из подручных материалов.

Средства индивидуальной защиты могут быть табельные, обеспечение которыми предусматривается нормами (табелями) и нетабельные, предназначенные для обеспечения формирований в дополнение к табельным средствам или в порядке замены их.

При объявлении чрезвычайной ситуации все население должно быть обеспечено средствами индивидуальной защиты. Поэтому штабы ГО принимают меры к накоплению СИЗ промышленного изготовления и подготовке простейших средств. Личный состав формирований, рабочие и служащие получают СИЗ на своих объектах, население – в ЖЭС. Обеспечение предприятий СИЗ осуществляется с базовых складов по заявкам штабов ГО. Порядок обеспечения населения СИЗ определяется планами штабов ГО.

По решению начальника ГО объекта народного хозяйства с повышенной радиационной или химической опасностью СИЗ могут быть выданы заблаговременно личному составу формирований ГО и максимально приближены к рабочим местам рабочих и служащих.

Медицинские средства защиты включают: аптечку индивидуальную АИ-2, индивидуальный противохимический пакет, пакет перевязочный индивидуальный. Они предназначены для профилактики и оказания медицинской помощи населению, пострадавшему в чрезвычайной ситуации.

Аптечка индивидуальная содержит средства, повышающие устойчивость организма к воздействию ионизирующих излучений (радиопротекторы), токсических веществ (антидоты) и противобактериальные средства, а также противоболевое и противорвотное средства.

Индивидуальный противохимический пакет предназначен для проведения частичной санитарной обработки и дегазации. В комплект пакета входит флакон с дегазирующим раствором и четыре ватно-марлевых тампона.

Пакет перевязочный индивидуальный используется для наложения стерильных повязок. Он состоит из бинта и двух ватно-марлевых подушечек.

Средствами индивидуальной защиты в первую очередь обеспечивается личный состав формирований ГО, а также рабочие и служащие объектов, продолжающих работу в военное время.

Все население, независимо от обеспеченности его противогазами, респираторами, должно иметь простейшие средства защиты органов дыхания и кожи, изготовленные местной промышленностью или самим населением.

СИЗ и медицинские средства защиты закрепляются за рабочими и служащими ОНХ, противогазы заранее подгоняются, все средства проверяются на исправность и надежность защиты и хранятся в специальных пунктах вблизи рабочих мест.

В случае радиоактивного заражения местности в крупных масштабах может проводиться массовая противолучевая защита населения – приём радиопротектора в организм перед облучением. Такая защита применялась после Чернобыльской аварии в форме приема для профилактики в качестве радиопротектора стабильного йода (калия йодистого), способствующего более быстрому выведению из организма радиоактивного йода-131.

1. [↑](#footnote-ref-1)