

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Рекомендовано УМО по образованию
в области информатики и радиоэлектроники
в качестве учебно-методического пособия
для специальностей I ступени высшего образования*

Могилев
«Белорусско-Российский университет»
2021

УДК 331.45
ББК 68.9
Б40

Рекомендовано к изданию ученым советом Белорусско-Российского университета
«26» ноября 2021 г., протокол № 4

А в т о р ы:

А. В. Щур, В. А. Шаршунов, Д. А. Липская, П. С. Орловский

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Техносферная безопасность и общая физика»
Белорусского государственного университета пищевых и химических
технологий (зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. *С. Н. Баитова*);
д-р психол. наук, проф. Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники *Т. В. Казак*;
зам. гл. инженера по производству ОАО «Зенит» *А. В. Харитонов*

Безопасность жизнедеятельности человека : учебно-методи-
ческое пособие / А. В. Щур [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т,
2021. – 426 с.: ил.
ISBN 978-985-492-271-3.

Рассмотрены вопросы учебной программы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» согласно учебному плану подготовки студентов высших учебных заведений по специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии».

Предназначено для студентов высших и средних специальных учебных заведений и практических работников Центров информационного обеспечения в сфере производства, а также для всех, кого интересуют вопросы безопасности жизнедеятельности человека на современном этапе развития общества.

**УДК 331.45
ББК 68.9**

ISBN 978-985-492-271-3

© Межгосударственное образовательное
учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский
университет», 2021

1. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Изменение климата Земли. Влияние природных процессов и антропогенной деятельности на глобальное изменение климата на планете

Климат – многолетний, повторяющийся режим погоды, характерный для определенной местности и влияющий на рельеф местности, водоемы, растительный и животный мир.

Погода – это состояние атмосферы над определенной местностью в определенный момент времени.

Изменение климата – это колебания климата Земли в целом или отдельных ее регионов с течением времени, выражающиеся в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий до миллионов лет. Учитываются изменения как средних значений погодных параметров, так и изменения частоты экстремальных погодных явлений. Изучением изменений климата занимается наука палеоклиматология. Причиной изменения климата являются динамические процессы на Земле, внешние воздействия, такие как колебания интенсивности солнечного излучения, и, по одной из версий, с недавних пор, техногенная деятельность человека. В последнее время термин «изменение климата» используется, как правило (особенно в контексте экологической политики), для обозначения изменений в современном климате.

Человечество уже более века знает о том, как деятельность человека влияет на климат. Однако с появлением этого знания и за время обладания им мало что изменилось в подходе человечества к проблеме изменения климата. В ООН к началу 70-х гг. XX в. неоднократно на ряде заседаний ставился вопрос о необходимости принятия соглашения мировым сообществом. Однако на то, чтобы достичь предварительного соглашения по борьбе с глобальным потеплением на Земле, прошел значительный период времени.

Только в декабре 2018 г. в Польше прошла Всемирная конференция ООН по вопросам изменения климата (COP 24), в ходе которой были приняты правила реализации Парижского климатического соглашения. К сожалению, пока процесс его реализации по этому вопросу незначителен, в то время как температура на планете продолжает расти. В 2009 г., по данным НАСА, средняя температура роста температуры в год на поверхности Земли была на 0,63 °C выше значений 1951–1980 гг. В 2017 г. этот показатель вырос на 0,90 °C за год.

Экологические и биологические системы нашей планеты напрямую связаны с особенностями ее климатических зон. С течением времени в отдельных регионах и природных территориях, а также во всем климате в целом происходят определенные колебания или отклонения от статистически зафиксированных параметров погоды. К ним относят средние температурные показатели, количество солнечных дней, выпадающие осадки и другие не менее важные переменные. Причины изменения климата разделяют на *естественные* и *антропогенные*. Естественные колебания климатических условий на планете носят циклический характер.

Естественные (внешние) процессы, формирующие климат, – это изменения солнечной радиации и орбиты Земли, которые приводят к следующим последствиям:

- изменения параметров орбиты и оси Земли;
- изменение размеров, рельефа и взаимного расположения материков и океанов;
- изменение светимости Солнца;
- изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате изменений вулканической активности Земли;
- изменение концентрации парниковых газов (CO_2 и CH_4) в атмосфере;
- изменение отражательной способности поверхности Земли (альбедо);
- изменение количества тепла, имеющегося в глубинах океана;
- изменение естественного подслоя Земли между ядром и земной корой вследствие откачки нефти и газа.

Изменения параметров орбиты. По своему влиянию на климат изменения земной орбиты сходны с колебаниями солнечной активности, поскольку небольшие отклонения в положении орбиты приводят к перераспределению солнечного излучения на поверхности Земли. *Такие изменения положения орбиты называются циклами Миланковича*, они предсказуемы с высокой точностью, поскольку являются результатом физического взаимодействия Земли, ее спутника Луны и других планет. Изменения орбиты считаются главными причинами чередования гляциальных и интергляциальных циклов последнего ледникового периода. Результатом прецессии земной орбиты являются и менее масштабные изменения, такие как периодическое увеличение и уменьшение площади пустыни Сахара.

В течение последнего миллиона лет ледниковые и межледниковые периоды менялись в зависимости от орбиты нашей планеты. Меньшие колебания орбиты наблюдались в последние 10 тыс. лет, и климат стал относительно стабильным (по данным ВМО). Однако в любом случае

колебания орбиты – явление достаточно долгосрочное, оно принципиально важно в тысячелетнем масштабе времени, в то время как антропогенное воздействие человека на климат имеет гораздо более короткий временной масштаб.

Изменение угла наклона земной оси. *Земная ось* – это воображаемая линия, вокруг которой происходит суточное вращение Земли (рис. 1.1). Она наклонена к плоскости под углом $66,5^\circ$.

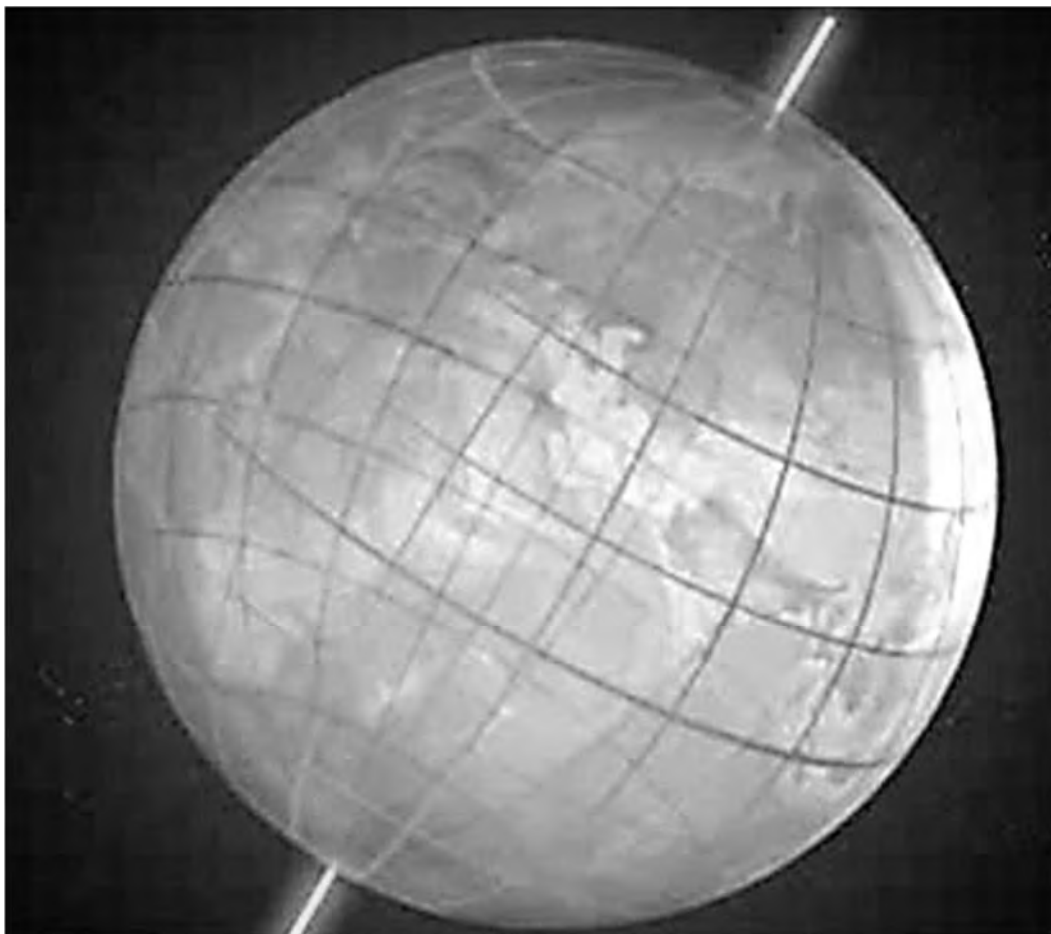


Рис. 1.1. Форма и наклон оси планеты Земля

Самая опасная из возможных катастроф планетарного масштаба, которой сегодня много уделяется внимания на различных экологических конференциях, – это *инверсия*, т. е. возможная смена полюсов Земли, а следовательно, полярности ее магнитного поля (рис. 1.2). В момент инверсии напряженность магнитного поля ослабевает, ввиду чего растительный и животный мир, а также человек станут беззащитными перед солнечной радиацией.

Изменение размеров, рельефа и взаимного расположения материков и океанов. На протяжении длительных отрезков времени тектонические движения плит перемещают континенты, формируют океаны, создают и

разрушают горные хребты, т. е. создают поверхность, на которой существует климат. Недавние исследования ряда ученых мира показывают, что тектонические движения усугубили условия последнего ледникового периода: около 3 млн лет назад северо- и южноамериканская плиты столкнулись, образовав Панамский перешеек и закрыв пути для прямого смешивания вод Атлантического и Тихого океанов.

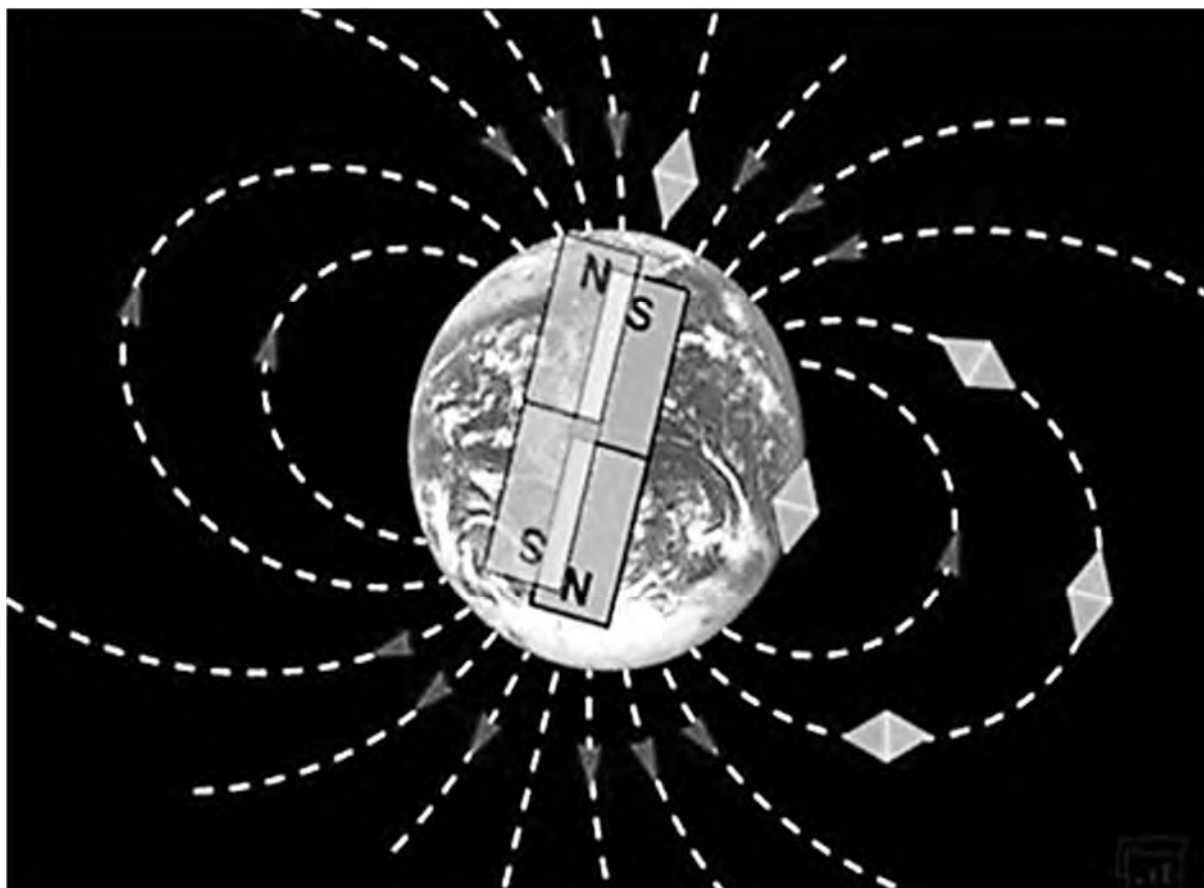


Рис. 1.2. Схема к изменению полюсов Земли в результате инверсии

Конвекция в астеносфере – главная причина движения плит. Современная литосфера Земли делится на восемь крупных плит, десятки средних плит и множество мелких. Мелкие плиты расположены в поясах между крупными плитами. Сейсмическая, тектоническая и магматическая активность сосредоточена на границах плит.

Литосферная плита – крупный малоподвижный участок земной коры, часть литосферы. Узкими и активными зонами, широтными разломами, литосфера разделена на блоки. Согласно теории тектоники литосферные плиты ограничены зонами сейсмической, вулканической и тектонической деятельности. На рис. 1.3 приведены основные виды движений литосферных плит. При столкновении плит образуются новые континенты, острова, каменные хребты, например, такие как горы Кавказа и т. д. При расхождении

возникают разломы, которые, прежде всего, способствуют появлению новых океанов, увеличению их глубины.

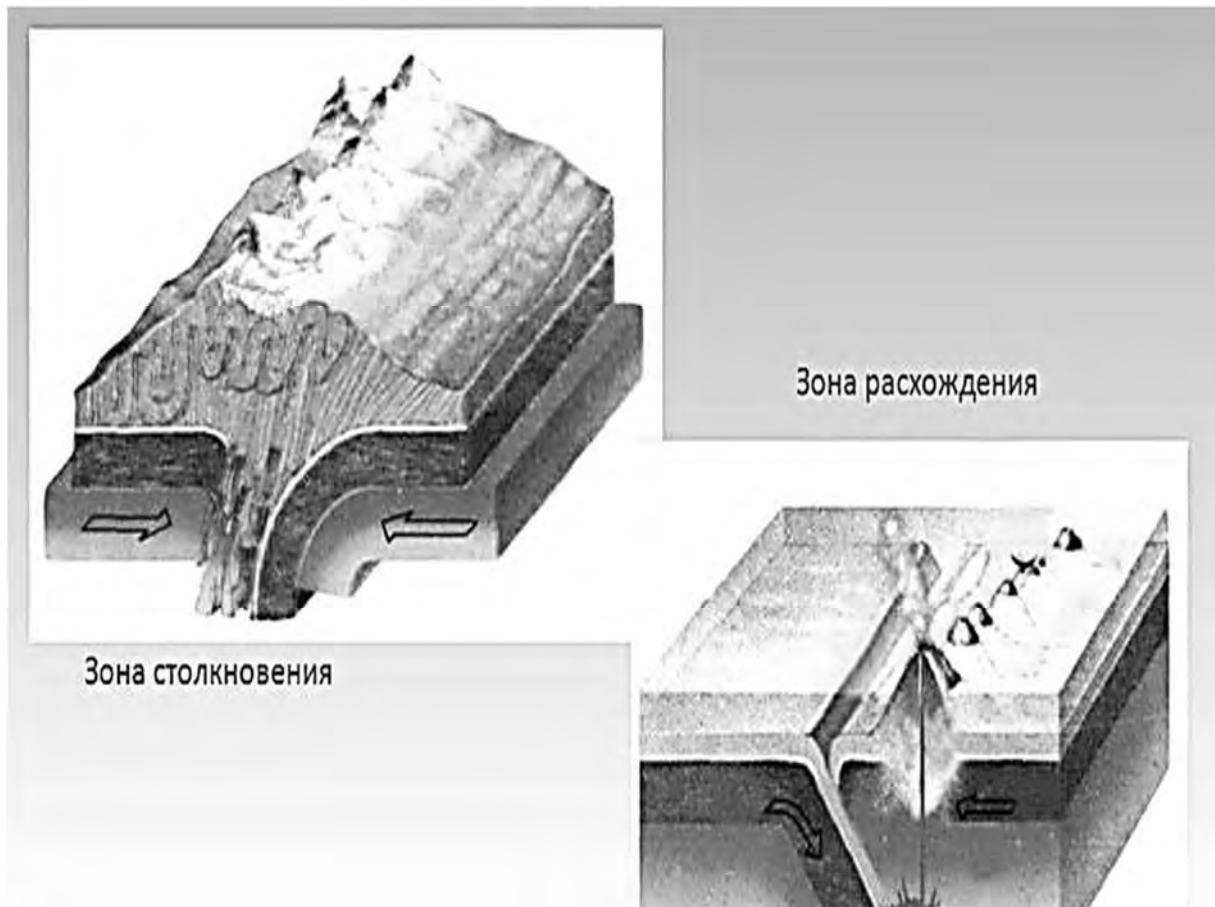


Рис. 1.3. Возможные результаты движения литосферных плит

Движение литосферных плит происходит в результате внутренних процессов, протекающих внутри Земли и воздействующих на земную кору (рис. 1.4).

Изменение световой активности Солнца. Солнце является основным источником тепла в климатической системе. Солнечная энергия, превращенная на поверхности Земли в тепло, – неотъемлемая составляющая, формирующая земной климат. Если рассматривать длительный период времени, то в этих рамках Солнце становится ярче и выделяет больше энергии, т. к. развивается согласно главной последовательности. Это медленное развитие влияет и на земную атмосферу. Считается, что на ранних этапах истории Земли Солнце было слишком холодным для того, чтобы вода на поверхности Земли была жидкой, что приводило к так называемому «парадоксу слабого молодого Солнца». Интенсивность солнечной радиации меняется, хотя и в относительно небольших пределах. Кроме изменения

потока от Солнца, Земля получает разное количество энергии в зависимости от положения ее эллиптической орбиты, которая испытывает колебания.

На более коротких временных отрезках также наблюдаются изменения солнечной активности, в частности, одиннадцатилетний солнечный цикл и более длительные модуляции. Однако одиннадцатилетний цикл возникновения и исчезновения солнечных пятен не отслеживается явно в климатологических данных. Изменение солнечной активности считается важным фактором наступления малого ледникового периода, а также некоторых потеплений, наблюдаемых между 1900 и 1950 гг. Циклическая природа солнечной активности еще не до конца изучена.

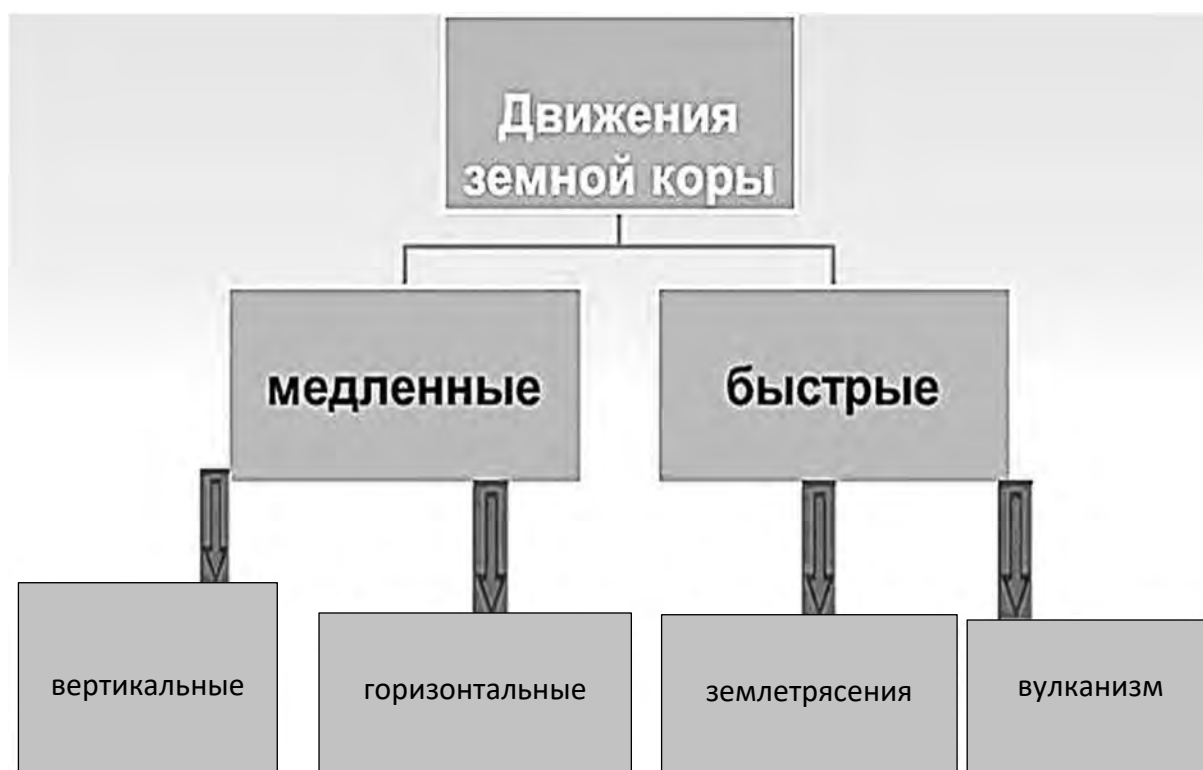


Рис. 1.4. Классификация движений земной коры

Изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате изменений вулканической активности Земли. Вулкан (рис. 1.5) – это конусообразная гора с отверстием на вершине, через которое, если вулкан действует, извергаются расплавленная порода (магма), газы и камни. Их температура колеблется в пределах от 50 °С до 1000 °С.

В результате извержений в атмосферу выбрасываются значительные объемы аэрозолей – взвешенных частиц. Они разносятся тропосферными и стратосферными ветрами и не пропускают часть проходящей солнечной радиации. Однако данные изменения не являются долгосрочными, эти частицы относительно быстро оседают вниз.



Рис. 1.5. Действующий вулкан

Изменение концентрации парниковых газов (CO_2 и CH_4) в атмосфере.

Эти изменения приводят к проявлению «парникового эффекта». Нынешние концентрации CO_2 , CH_4 и N_2O в атмосфере намного превышают доиндустриальные значения, определенные по результатам анализа керн полярного льда возрастом более 650 тыс. лет.

Изменение отражательной способности поверхности Земли (альбедо).

Альбедо поверхности – это отношение потока энергии отраженных солнечных лучей к потоку энергии падающих на поверхность планеты солнечных лучей, определенное в процентах или долях единиц.

Отдача солнечной радиации Землей складывается из следующих составных частей: из отражения от земной поверхности, рассеяния прямой радиации атмосферой в мировое пространство (обратного рассеяния) и отражения от верхней поверхности облаков.

На границе земной атмосферы ультрафиолетовая часть солнечного спектра составляет 5 %, видимая часть – 52 % и инфракрасная часть – 43 %.

У поверхности Земли ультрафиолетовая часть составляет 1 %, видимая – 40 % и инфракрасная часть солнечного спектра – 59 %.

Солнечная радиация, поступающая в атмосферу нашей планеты, в среднем отражается на 35 %, что является интегральным альбедо Земли. Большая из оставшейся части поглощается поверхностью, которая нагревается. Остальное усваивается растениями в процессе фотосинтеза.

Нагретая поверхность Земли начинает излучать в инфракрасном диапазоне, но это излучение не уходит в космос, а задерживается парниковыми газами. Чем больше парниковых газов, тем больше обратно ими на Землю излучается тепла и тем выше, соответственно, становится средняя температура поверхности Земли.

Изменение количества тепла, имеющегося в глубинах океана, из-за смещения океанических течений. В масштабе десятилетий климатические изменения могут быть результатом взаимодействия атмосферы и Мирового океана. Многие флуктуации климата, включая наиболее известную южную осцилляцию Эль-Ниньо, а также североатлантическую и арктическую осцилляцию, происходят отчасти благодаря возможности Мирового океана аккумулировать тепловую энергию и перемещению этой энергии в различные его части. В более длительном масштабе в океанах происходит термохалинная циркуляция, которая играет ключевую роль в перераспределении тепла и может значительно влиять на климат. Установлено, что сегодня Гольфстрим постепенно опускается ко дну. Дальнейшее остывание этого течения приведет к резкому ухудшению климата в Европе.

Окисление океанических вод. Известно, что средняя соленость вод Мирового океана составляет 35 ‰, т. е. в литре морской воды содержится 35 г минеральных веществ. Из них больше всего хлора – 1,9 % и натрия – 1,06 %. Кроме них, содержатся магний (0,13 %), сера (0,88 %), кальций (0,04 %), калий (0,038 %), бром (0,0065 %), углерод (0,0003 %). Все перечисленные элементы содержатся в виде соединений (морских солей). В наши дни насыщение морской воды двуокисью углерода составляет порядка 30 % – таковы последствия промышленной деятельности человека. Увеличение солености морской воды ведет к нарушению экологического равновесия и негативному воздействию на растительный и животный мир.

Активное таяние полярных и арктических льдов. Уровень Мирового океана за последние сто лет регулярно повышается в среднем на 1,7 мм в год, а с 1993 г. этот прирост океанических вод составил 3,5 мм ежегодно. Увеличение территорий болот и затопление плодородных низменностей, начиная с побережья океанов и морей, приводит к потенциальной угрозе

утраты прежних мест проживания человека, а также сокращению условий для производства продовольствия для человечества.

Изменение естественного подслоя Земли между ядром и земной корой вследствие откачки нефти и газа. Деятельность человека, направленная на добычу во все возрастающих масштабах (рис. 1.6), ведет к изменению естественного подслоя между земной корой и ядром Земли, образованию пустот, а отсюда к «проседанию земной коры» и техногенным катастрофам.

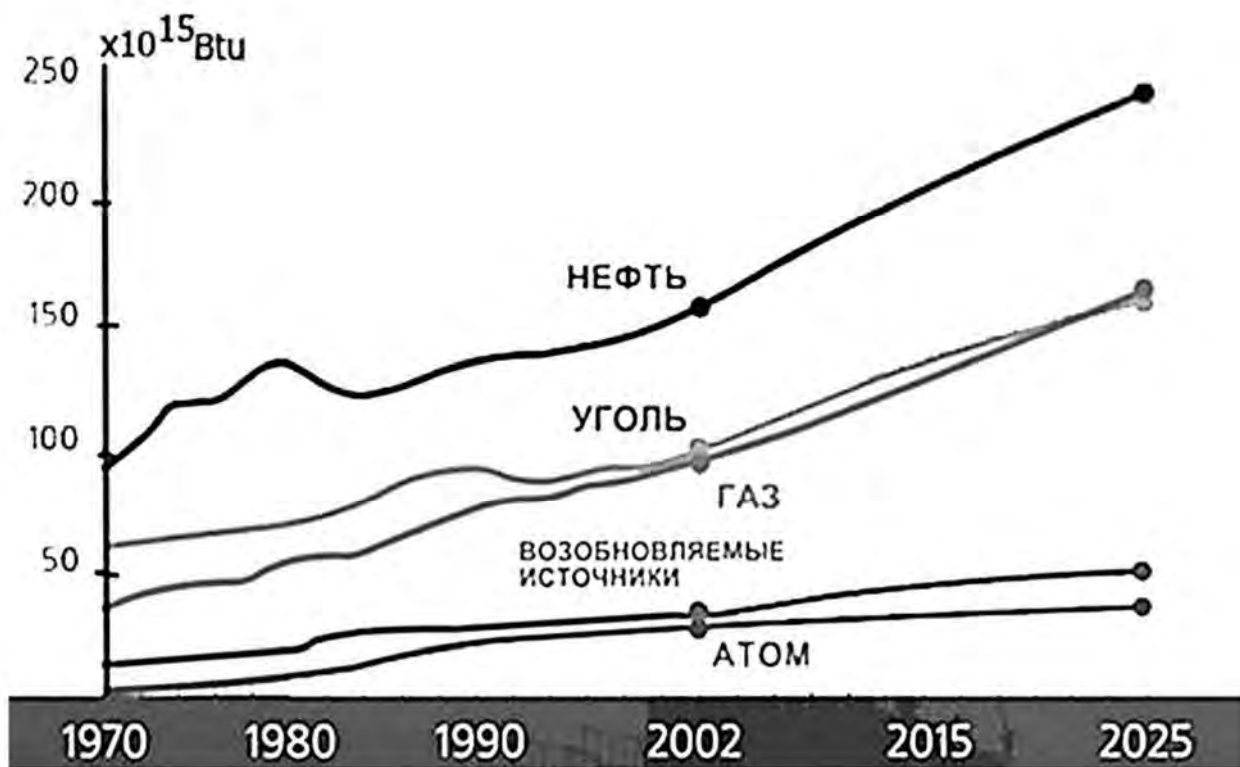


Рис. 1.6. Динамика роста потребления энергии человечеством (2025 г. по прогнозам ООН)

Влияние на климат всех факторов, как естественных, так и антропогенных, выражается единой величиной – радиационным прогревом атмосферы в ваттах на квадратный метр. Извержения вулканов, оледенения, дрейф континентов и смещение полюсов Земли – мощные природные процессы, влияющие на климат Земли. В масштабе нескольких лет вулканы могут играть главную роль. В результате извержения вулкана Пинатубо в 1991 г. на Филиппинах на высоту 35 км было заброшено столько пепла, что средний уровень солнечной радиации снизился на $2,5 \text{ Вт/м}^2$. Однако эти изменения не являются долгосрочными, частицы относительно быстро оседают вниз. В масштабе тысячелетий определяющим климат

процессом будет, вероятно, медленное движение от одного ледникового периода к следующему.

1.2. Основные техногенные источники выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.) в атмосферу Земли

Парниковый эффект – это подъем температуры на поверхности планеты в результате тепловой энергии, которая появляется в атмосфере из-за нагревания газов. Основные газы, которые ведут к парниковому эффекту на Земле, – это водяной пар, углекислый газ, метан, двуокись азота и озона (табл. 1.1).

Табл. 1.1. Вклад основных загрязнений в парниковый эффект

Наименование газа	Формула	Вклад, %
Водяной пар	H ₂ O	36...72
Углекислый газ	CO ₂	9...26
Метан	CH ₄	4...9
Озон	O ₃	3...7

В парниковый эффект в целом вклад еще больший, чем CO₂, вносит водяной пар – главный парниковый газ планеты. Однако существенных изменений его концентрации за период наблюдений в течение века в атмосфере пока не зарегистрировано (ни антропогенных, ни естественных). Оценки воздействия других факторов показывают, что остальные газы являются основными факторами парникового потепления климата Земли, т. е. они заметно изменяются в сторону увеличения как количественно, так и качественно.

Концентрация CO₂ за 8000 лет до индустриализации повысилась только на 20 ppm ($\times 10^{-6}$); внутривековые и вековые вариации были менее 10 ppm и вызваны, вероятно, в основном естественными процессами. Однако с 1750 г. концентрация CO₂ повысилась почти на 100 ppm. В последние десять лет годовые темпы роста CO₂ были выше (среднее за 1995–2005 гг. – 1,9 ppm/год), чем сразу после начала непрерывных прямых атмосферных измерений (среднее за 1960–2005 гг. – 1,4 ppm/год). Именно с CO₂ связано формирование

антропогенного парникового эффекта, в то время как метан дает 18 %...19 %, а все остальные газы – 1 %...2 %. Поэтому во многих случаях, говоря об антропогенном парниковом эффекте, подразумевают именно CO_2 .

Антропогенными источниками CO_2 в результате деятельности человека являются:

- сжигание ископаемого топлива;
- сжигание биомассы, включая сведение лесов;
- некоторые промышленные процессы, приводящие к значительному выделению углекислоты (например, производство цемента).

Основными потребителями углекислого газа являются растения, однако в состоянии равновесия большинство биоценозов за счет гниения биомассы производит приблизительно столько же углекислого газа, сколько и поглощает.

Повышение концентрации CH_4 в атмосфере с доиндустриальных времен вызвало усиление радиационного воздействия на $(0,48 \pm 0,05) \text{ Вт/м}^2$. Среди парниковых газов это воздействие остается по порядку величины вторым, уступая только CO_2 .

Основными антропогенными источниками метана являются:

- пищеварительная ферментация у скота;
- рисоводство;
- горение биомассы (в том числе сведение лесов);
- утечка при разработке месторождений каменного угля и природного газа;
- биогаз, образующийся на полигонах захоронения отходов.

Концентрация N_2O в 2005 г. равнялась 319 ppb ($\times 10^{-9}$), приблизительно на 18 % выше доиндустриального значения. Содержание закиси азота за последние несколько десятилетий повышалось почти линейно, приблизительно на 0,8 ppb в год.

В масштабе нескольких столетий в 2005 г., по сравнению с 1750 г., изменяется комбинация разнонаправленных факторов, каждый из которых значительно слабее, чем результат роста концентрации в атмосфере парниковых газов, оцениваемый как прогрев на 2,4...3,0 Вт/м^2 . Влияние человека составляет менее 1 % от общего радиационного баланса, а антропогенное усиление естественного парникового эффекта за счет техногенной деятельности – примерно 2 %, с 33 °С до 33,7 °С. Таким образом, средняя температура воздуха у поверхности Земли увеличилась с доиндустриальной эпохи (примерно с 1750 г.) на 0,7 °С.

1.3. Суть «парникового эффекта»

Атмосфера Земли свободно пропускает коротковолновое солнечное излучение (видимую часть спектра), но задерживает длинноволновое (инфракрасное) излучение, испускаемое разогретой Солнцем земной поверхностью. Повышение концентрации парниковых газов у земной поверхности приводит к формированию так называемой «газовой завесы», которая не пропускает избыточное инфракрасное излучение от поверхности Земли обратно в космос, как это должно быть при нормальной концентрации этих газов. В результате значительная часть энергии остается в приземном слое, что вызывает потепление у самой ее поверхности. Этот процесс приводит к развитию парникового эффекта (*greenhouse effect*) – разогреванию нижних слоев атмосферы и земной поверхности, которое усиливается с ростом концентрации парниковых газов в атмосфере, вызывая глобальное потепление.

На рис. 1.7 приведена схема формирования парникового эффекта атмосферы Земли.



Рис. 1.7. Схема формирования парникового эффекта в атмосфере Земли

Парниковые газы характеризуются большим сроком нахождения в атмосфере. Половина всех выбросов CO_2 остается в атмосфере 50–200 лет, в то время как вторая половина поглощается океаном, сушей и растительностью. При этом основная роль принадлежит океану. По некоторым оценкам, примерно 80 % поглощения CO_2 и производства кислорода приходится на фитопланктон. Время жизни метана в атмосфере Земли составляет примерно 10 лет.

Парниковые газы в атмосфере Земли интенсивно перемешиваются. В результате этого фактора парниковый эффект не зависит от места конкретного выброса CO_2 или иного газа. Фактически любой локальный выброс оказывает глобальное действие.

1.4. Разрушение озонового слоя планеты

Озоновый слой – часть стратосферы на высоте от 12 до 50 км (в тропических широтах – 25...30 км, в умеренных – 20...25 км, в полярных – 15...20 км), в которой под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца молекулярный кислород (O_2) разрушается на атомы, которые затем соединяются с другими молекулами O_2 , образуя озон (O_3). На рис. 1.8 приведена схема озонового слоя в атмосфере Земли.

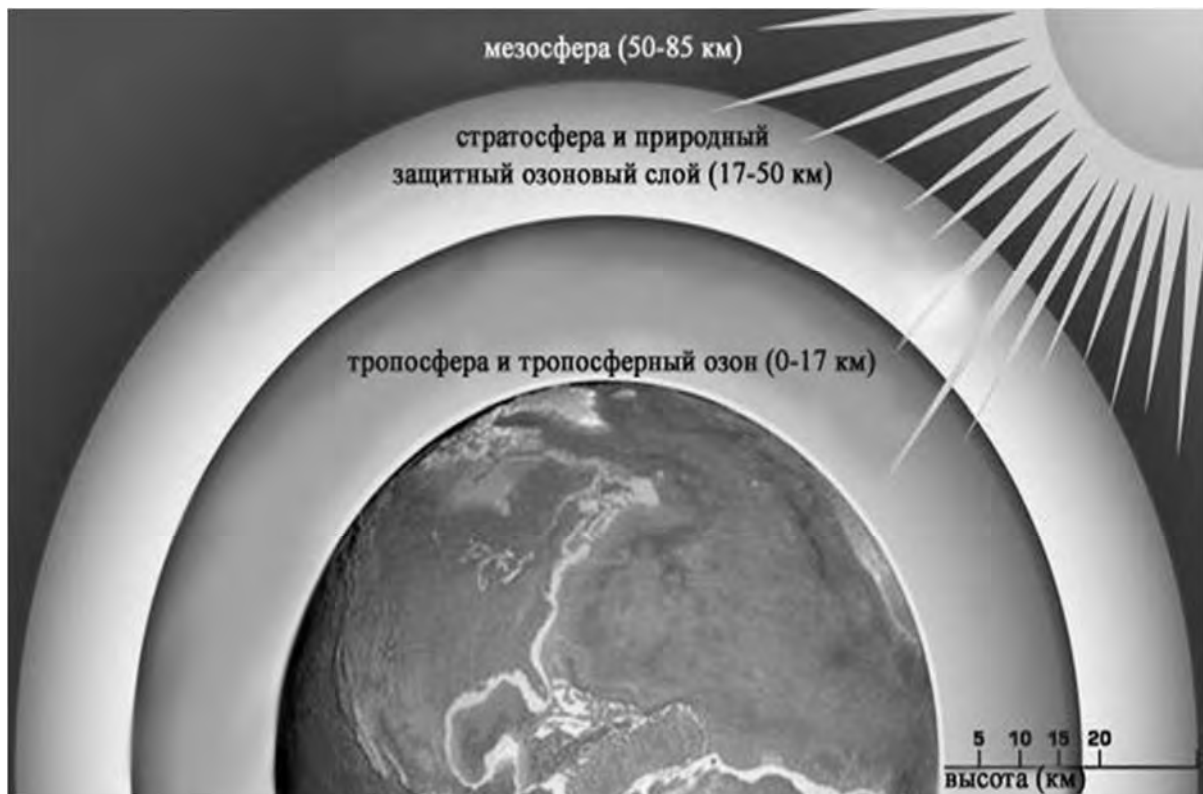
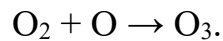
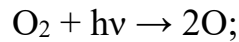


Рис. 1.8. Строение озонового слоя Земли

Фотолиз (разрушение) молекулярного кислорода происходит в стратосфере под воздействием ультрафиолетового излучения с длиной волны 175...200 нм и до 242 нм. Относительно высокая концентрация озона (около 8 мл/м³) поглощает опасные ультрафиолетовые лучи и защищает все живущее на суше от губительного излучения. Наибольшая плотность озона встречается на высоте около 20...25 км, а наибольшая часть (в процентах) в общем объеме – на высоте 40 км.

Химические реакции при образовании озона



Имеется целый ряд реакций, приводящих к разрушению озона. Их все объединяют в несколько семейств, главными из которых являются *азотное, кислородное, водородное, хлорное и галогеновое* (рис. 1.9).

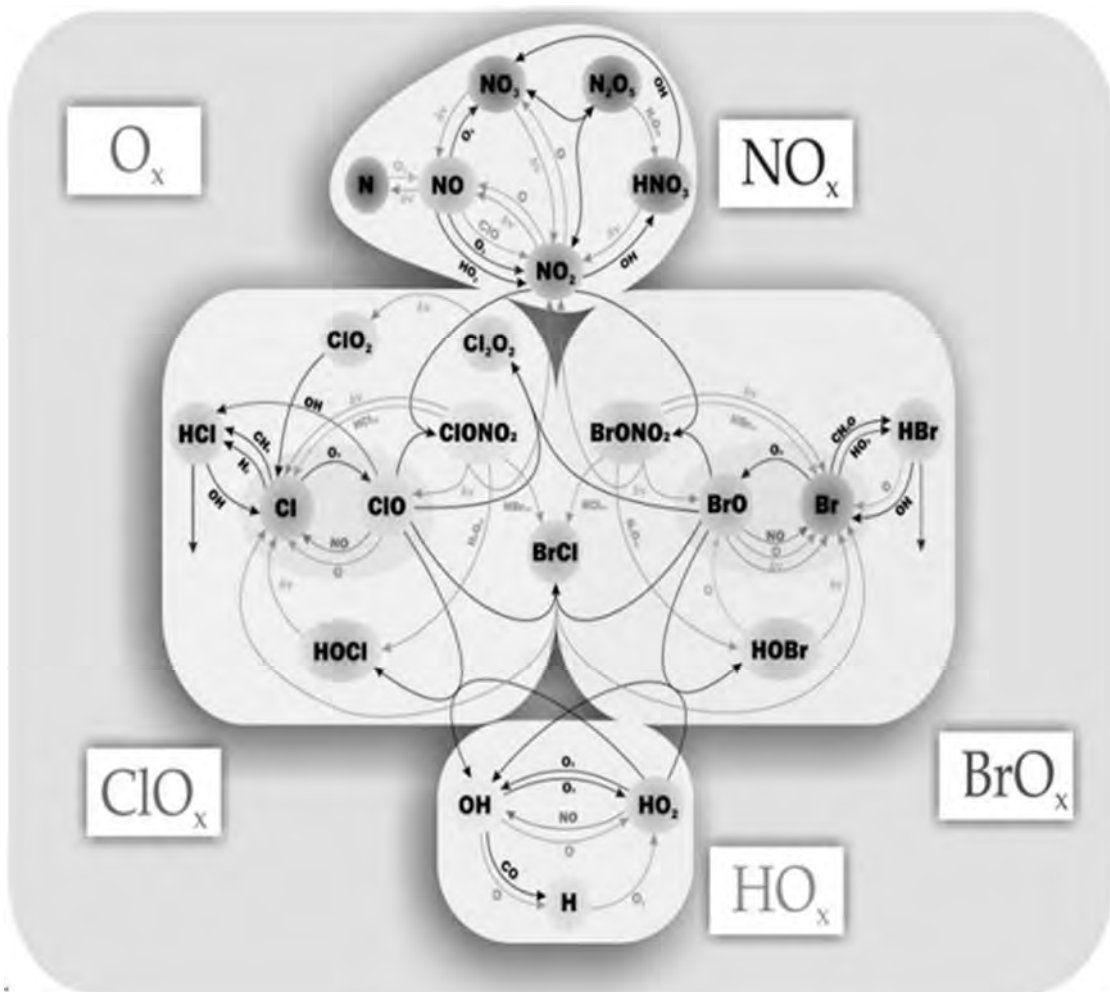


Рис. 1.9. Классификация семейств реакций при разрушении озона

Озоновая дыра – это локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли (рис. 1.10).

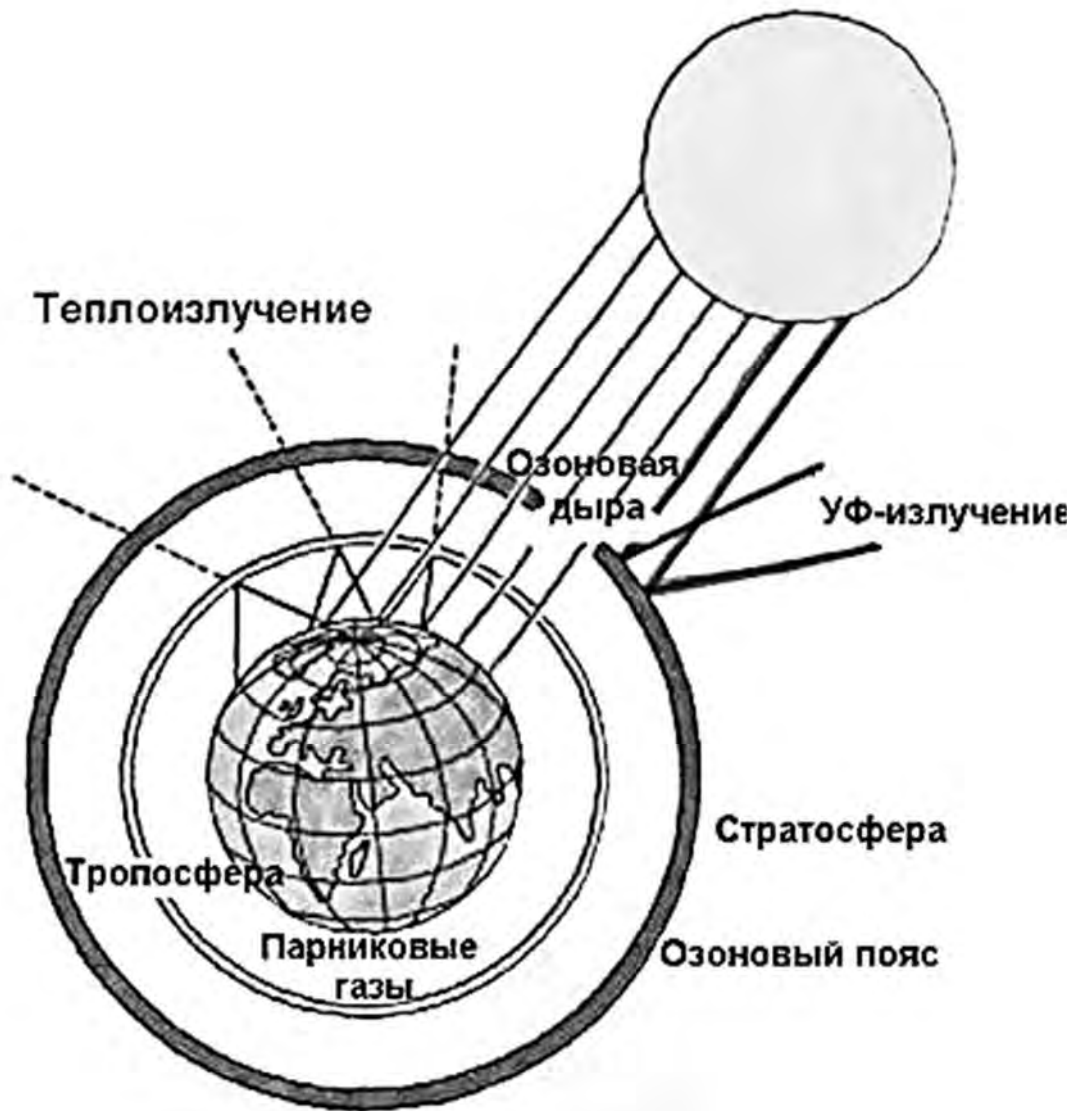


Рис. 1.10. Образование озоновой дыры

В реальных условиях нашей жизни на Земле образование озона происходит при грозовых разрядах, при работе ультрафиолетовых ламп, при электрических разрядах в электрооборудовании и управляющей аппаратуре, при сварочных работах с образованием «сварочной дуги». Характерным признаком образования озона при этом является специфический запах.

Влияние деятельности человека на состояние озонового слоя. До вмешательства человека процессы образования озона и его разрушения находились в равновесии. Озоноразрушающие вещества (ОРВ), выбрасываемые при человеческой деятельности, сместили это равновесие в сторону уменьшения концентрации озона. ОРВ, главным образом фреоны, широко

используются в промышленности, прежде всего в секторе производства холодильного оборудования, а также в таких стратегически важных отраслях, как машиностроение, радиоэлектроника, химическая, оборонная и космическая промышленность и др.

Перечень веществ, относящихся к озоноразрушающим, насчитывает около 120 наименований. К наиболее часто встречающимся и опасным относятся следующие вещества (фреоны): хлорфторуглероды (ХФУ); гидрохлорфторуглероды (ГХФУ); галоны (фреоны) 1301 (газ для пожаротушения) и 2402 (хладон для холодильных машин); гидробромфторуглероды (ГБФУ); бромхлорметан; 1,1,1-трихлорэтан (метилхлороформ); четыреххлористый углерод (ЧХУ); бромистый метил.

Эффективность разрушения озона характеризуется так называемым озоноразрушающим потенциалом (ОРП), значение которого для каждого вещества определяется исходя из условно принятого для ХФУ-11 значения, равного единице. Значения ОРП для некоторых ОРВ: ХФУ-11 – 1,0; ХФУ-12 – 1,0; галон-1301 – 10,0; четыреххлористый углерод – 1,1; метилхлороформ – 0,1; ГХФУ-22 – 0,055; ГБФУ-22В1 – 0,74; бромхлорметан – 0,12 и бромистый метил – 0,6.

ОРВ высвобождаются в стратосферу множеством способов, среди которых наиболее значимыми являются следующие:

- обычное использование очищающих растворителей, красок, оборудования пожаротушения и баллончиков с аэрозолями, которые выделяют ОРВ;
- нарушение правил хранения и транспортирования ОРВ;
- вентилирование и продувка в ходе обслуживания систем охлаждения и кондиционирования;
- использование бромистого метила для фумигации почвы, для контроля над пестицидами после сбора урожая, в карантинных целях и для обработки грузов перед отправкой;
- уничтожение продукции (в частности, пен) и оборудования (например, холодильников), содержащих ОРВ;
- утечки в оборудовании (системах охлаждения, огнетушителях);
- применение в качестве лабораторных или аналитических реагентов в химии, медицине и т. д.

Фреоны – это бесцветные газы или жидкости. Химически инертные. Не горят, не взрывоопасны. Тяжелее воздуха. Именно благодаря этому используются в противопожарных системах. Существует около сорока видов фреонов. Самые распространенные из них – дифтордихлорметан ($t_{\text{кип}} -29,8 \text{ } ^\circ\text{C}$) – фреон R12 и хлордифторметан ($t_{\text{кип}} -40,8 \text{ } ^\circ\text{C}$) – фреон R22.

Решают ли проблему сохранения озонового слоя пришедшие в последнее время на замену традиционным новые виды «озононеразрушающих» фреонов? На замену дифтордихлорметанового R12 пришел тетрафторэтан ($t_{\text{кип}} -26,3 \text{ }^\circ\text{C}$) – фреон R134, а хлордифторметановый фреон R22 заменили на хлорофторокарбонат ($t_{\text{кип}} -51,4 \text{ }^\circ\text{C}$) – фреон R407C и пентафторэтан – трифторэтан ($t_{\text{кип}} -46,5 \text{ }^\circ\text{C}$) – фреон R507. Все это – сложные химические многокомпонентные вещества, включающие в различных сочетаниях фтор, хлор, этан и метан, которые тяжелее кислорода воздуха и, следовательно, при распаде исходного вещества способны более интенсивно вытеснять кислород. Увеличение числа компонентов не меняет в целом сущность их негативного влияния на содержание озона в озоновом слое атмосферы Земли.

1.5. Парижское соглашение

Парижское соглашение – это соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере с 2020 г.

Дата подписания: 22 апреля 2016 г.

Стороны: 195 стран и ЕС.

Место подписания: Нью-Йорк.

Вступление в силу: 4 ноября 2016 г.

Статус: ратифицировано 186 странами и ЕС.

Дата подготовки: 30 ноября – 12 декабря 2015 г.

Министр иностранных дел Республики Беларусь В. В. Макей подписал Парижское соглашение 22.04.2016 г.

В декабре 2018 г. в Польше прошла Всемирная конференция ООН по вопросам изменения климата (COP 24), в ходе которой были приняты правила реализации Парижского климатического соглашения.

4 ноября 2019 г. США официально подали заявку на выход из договора.

7 октября 2019 г. Премьер-министр Российской Федерации Дмитрий Медведев подписал документ о присоединении России к Парижскому соглашению.

Цель и задачи Парижского соглашения. Парижское соглашение определяет, что конкретные меры по борьбе с изменением климата должны быть нацелены на сокращение выбросов парниковых газов, причем их разработка и осуществление полностью возлагается на национальные правительства.

Соглашение закрепляет и оформляет поворот к новой, низкоуглеродной модели экономического развития на основе постепенного отказа от традиционных технологий добычи, переработки и использования ископае-

мых ресурсов (прежде всего, углеводородного сырья) в пользу «зеленых» технологий.

Обязательства стран-участниц. Обязательства стран-участниц Парижского соглашения планируется обновлять каждые пять лет, начиная с 2022 г.

Парижское соглашение, в отличие от Киотского протокола, не предусматривает механизма квот. В нем отсутствуют санкции для стран, не справляющихся с выполнением национальных вкладов.

Соглашением всего лишь утверждается создание стимулирующего механизма, который должен поощрять государства и хозяйствующие субъекты за успешное сокращение ими выбросов парниковых газов.

Для реализации программ сдерживания глобального потепления развивающимся странам предоставляется финансовая поддержка в виде государственного и частного финансирования.

Направления деятельности стран на реагирование изменений климата. Соглашение направлено на укрепление глобального реагирования на угрозу изменения климата в контексте устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты, в том числе посредством:

- удержания прироста глобальной средней температуры намного ниже 2 °С и приложения усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5 °С, что значительно сократит риски и воздействия изменения климата;
- повышения способности адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата и содействия развитию при низком уровне выбросов парниковых газов таким образом, который не ставит под угрозу производство продовольствия;
- приведения финансовых потоков в направлении развития, характеризующегося низким уровнем выбросов и сопротивляемостью к изменению климата.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие процессы влияют на изменение климата Земли?
2. Влияние природных процессов и антропогенной деятельности на глобальное изменение климата на планете.
3. Основные техногенные источники выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.) в атмосферу Земли.
4. Суть «парникового эффекта».
5. Прямое и опосредованное воздействие глобального потепления на здоровье людей.

6. Разрушение озонового слоя планеты.
7. Основные причины уменьшения общего количества молекул озона в стратосфере.
8. Техногенные источники химических соединений, разрушающих озоновый слой.
9. Состояние озонового слоя на нынешнем этапе и последствия его разрушения для здоровья людей. Парижское соглашение по климату.

2. ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

2.1. Классификация загрязнений атмосферы Земли

По данным экспертов ООН на 01.03.2019 г., от всех видов загрязнений воздуха ежегодно в мире умирает 7 млн человек. По данным экспертов ЕС, превышение уровня пылевидных твердых частиц стало причиной преждевременной смерти около 422 тыс. человек в 41 стране Европы в 2015 г. Действие диоксида азота тогда же вызвало около 79 тыс. преждевременных смертей, а превышение концентрации приземного озона – 17,7 тыс. В связи с этим знание вредных и опасных свойств возможных загрязнений является основой для обеспечения условий жизнедеятельности человека. На рис. 2.1 приведена классификация наиболее опасных групп химических соединений по воздействию на организм человека, которые попадают в атмосферу в результате его же деятельности.

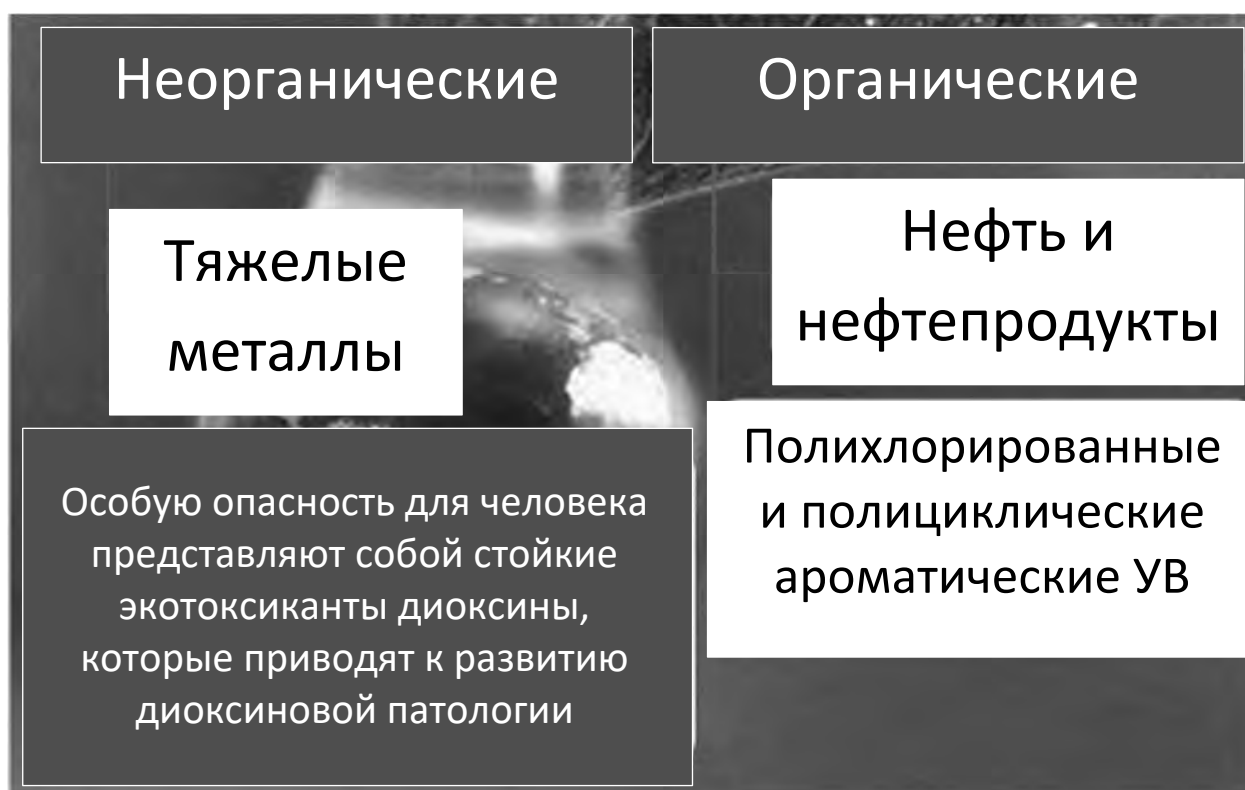


Рис. 2.1. Классификация наиболее опасных групп химических соединений, которые попадают в атмосферу

Принято выделять по токсичности и степени влияния на атмосферу Земли следующие группы загрязнений:

– основные (критериальные) загрязнители атмосферы: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, твердые частицы и фотохимические оксиданты;

- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);
- следы элементов (в основном металлы и их оксиды);
- постоянные газы (диоксид углерода, фторхлорметаны и др.);
- пестициды;
- пылевидные абразивные твердые частицы (кварц, асбест и др.);
- разнообразные загрязнители, оказывающие многостороннее действие на организм (нитрозамины, озон, полихлорированные бифенилы (ПХБ), сульфаты, нитраты, альдегиды, кетоны и др.).

Признаки определения класса опасности вредных веществ установлены действующим ГОСТ 12.1.007–76 *Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности*. Согласно этому ГОСТу *вредное вещество* – это вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

По степени опасности согласно действующему законодательству Республики Беларусь все загрязняющие вещества разделяются на четыре класса опасности:

- 1 класс – вещества чрезвычайно опасные;
- 2 класс – вещества высокоопасные;
- 3 класс – вещества умеренноопасные;
- 4 класс – вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливаются в зависимости от норм и показателей, предусмотренных действующими законодательными нормативными документами Республики Беларусь.

По характеру воздействия на организм человека вредные химические вещества подразделяются на шесть групп:

1) общетоксичные вещества, воздействующие на центральную нервную систему, кровь и кроветворные органы (сероводород, ароматические углеводороды, оксиды углерода и др.);

2) раздражающие вещества, воздействующие на слизистые оболочки глаз, носа, гортани, кожный покров (пары щелочей и кислот, аммиак, оксиды азота);

3) вещества, вызывающие быстро развивающиеся реакции типа астматических явлений, болезней крови, кожных заболеваний (ртуть, альдегиды, ароматические соединения);

4) канцерогенные вещества, приводящие к развитию злокачественных (раковых) опухолей (сажа, деготь, продукты перегонки нефти);

5) мутагенные соединения, вызывающие нарушения наследственного аппарата человека (соединения свинца и ртути, формальдегид, этиленамин, органические перекиси. Их действие сказывается на потомстве первого, второго и даже третьего поколения людей);

б) вещества, влияющие на детородную функцию человека (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные вещества, бензол, сероуглерод, сурьма, никотин, этиленамин).

Все вышеприведенные загрязнения атмосферного воздуха получают за счет соответствующих источников естественного (природного) и искусственного происхождения (рис. 2.2).

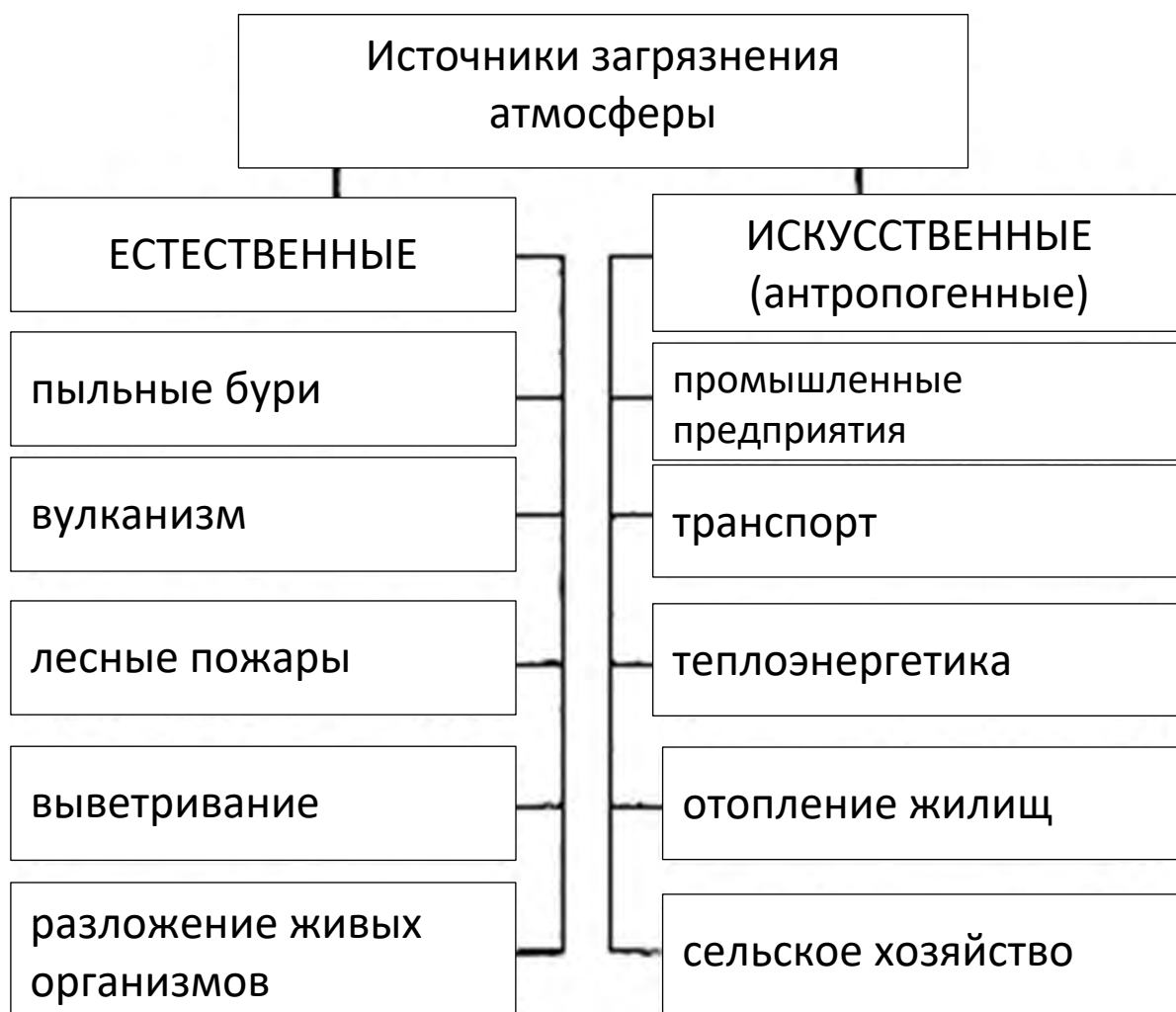


Рис. 2.2. Классификация источников загрязнений атмосферного воздуха

2.2. Основные химические соединения, загрязняющие атмосферный воздух, и их воздействие на организм человека

Воздействие химических веществ на организм человека принято оценивать по путям поступления, по степени опасности, по характеру воздействия на человека, по агрегатному состоянию, по летучести и биологическому (физиологическому и биогенному) использованию в организме (табл. 2.1).

Табл. 2.1. Классификация химических веществ по воздействию на организм человека

Квалификационный признак	Особенность воздействия на человека
По путям поступления	Через легкие Через пищеварительный тракт Через кожу
По степени опасности 4 класса	Чрезвычайно опасные Высокоопасные Умеренно опасные Малоопасные
По характеру воздействия на человека	Общетоксичные Раздражающие Канцерогенные Мутагенные Сенсибилирующие
По агрегатному состоянию	Твердые Жидкие Газообразные Парообразные
По летучести	Малолетучие Летучие Высоколетучие
По биологическому использованию в организме	Являются строительным материалом для организма Являются составной частью регуляторов физиологических функций человека Макроэлементы: O, C, H, N, S, Ca, Na, Mg, P и т. д. Микроэлементы: I, Cu, Zn, Co, Fe, Mn, Ni и т. д.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут оказывать вредное действие на окружающую среду непосредственно, после химических превращений в атмосфере либо совместно с другими веществами. Химические соединения обуславливают изменения природного состава атмосферы, которые сопровождаются серьезными последствиями:

- опасностями для здоровья людей и животных;
- разрушением окружающей среды или некоторых ее частей (природных регионов, районов проживания или трудовой деятельности), которое приводит к таким воздействиям на общество, которые не всегда могут быть исчислены в денежном выражении;
- ухудшением комфортности (например, появлением неприятных запахов, ухудшением видимости).

На сегодняшний день основными химическими загрязнителями атмосферного воздуха являются оксид и диоксид углерода, аммиак, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжелые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, пыль и радиоактивные изотопы.

Оксид углерода CO – это угарный газ, образующийся в результате неполного сгорания жидкого, твердого и газообразного топлива. Время жизни в атмосфере составляет 2–4 месяца. Считается, что более 80 % глобальных выбросов CO связано с автотранспортом.

Для человека оксид углерода является ядом, который лишает ткани тела необходимого им кислорода. Он вредно влияет на сердечно-сосудистую систему человека. Существует хроническое и острое отравление данным газом. Острое отравление часто отмечается в гаражах автолюбителей.

Действие оксида углерода усиливается в присутствии углеводородов в выхлопных газах, которые также являются канцерогенами (бенз(а)пирен), алифатические углеводороды обладают раздражающим слизистые действием (слезоточивый смог). Содержание углеводородов на перекрестках у светофоров в 3 раза больше, чем в середине квартала.

Действие CO часто встречается в быту. Оксид углерода выделяется из-за неисправностей газовых колонок и кухонных плит. Для отравления этим газом нужна совсем небольшая его концентрация. У CO нет цвета и запаха, что делает его еще опаснее. Интоксикация происходит стремительно, человек может потерять сознание в считанные секунды. Несмотря на то, что класс опасности оксида углерода – четвертый, его воздействие приводит к летальному исходу буквально за несколько минут. Почувствовав трудности с дыханием, головную боль, отсутствие концентрации, снижение слуха и зрения, необходимо как можно быстрее открыть все окна и двери и покинуть помещение.

Диоксид углерода CO₂ образуется при соединении CO с кислородом воздуха, что способствует парниковому эффекту. Используется под названиями Carbon dioxide, двуокись углерода, углекислый газ, оксид углерода IV, угольный ангидрид, углекислота, сухой лед, CO₂, E290. **Диоксид углерода** – бесцветный газ со слегка кисловатым запахом и вкусом,

зарегистрированный в международной классификации пищевых добавок под кодом E290. Представляет собой тяжелый газ без запаха и цвета. Особенностью CO₂ является его способность при атмосферном давлении переходить из твердого состояния сразу в газообразное, минуя стадию жидкости (*calorizator*). В жидком состоянии диоксид углерода хранится при повышенном давлении. Твердое состояние углекислого газа – кристаллы белого цвета – известно как «сухой лед».

Углекислый газ поступает в атмосферу при сжигании различных видов углеродосодержащего топлива. Он выделяется при дыхании растений, животных и человека. Выбросы CO₂ снижают процентное содержание кислорода в атмосферном воздухе. Кроме того, углекислый газ способен поглощать инфракрасное излучение Солнца и препятствует тепловому излучению с поверхности Земли.

Диоксид углерода не является токсичным веществом, поэтому считается безвредным для организма человека. Однако, являясь ускорителем процесса всасывания веществ в слизистую желудка, провоцирует, например, быстрое опьянение при употреблении газированных алкогольных напитков. Не рекомендуется увлекаться употреблением газировки всем, имеющим любые проблемы с желудочно-кишечным трактом, потому что самыми безобидными негативными проявлениями действия E290 являются вздутие живота и отрыжка.

Основным применением диоксида углерода является его использование как консерванта E290 для хранения в упаковках мясной и молочной продукции, хлебобулочных изделий, овощей и фруктов. «Сухой лед» используют как замораживающий и охлаждающий агент для сохранности мороженого, а также свежей рыбы и морепродуктов. В продаже можно встретить E290 «Диоксид углерода» в баллонах или в виде блоков «сухого льда» в специальных герметичных упаковках.

Аммиак NH₃ – это бесцветный газ с резким, едким запахом, широко используемый в промышленности, особенно в качестве хладона в холодильных установках повышенной мощности.

Большинству населения аммиак известен как нашатырный спирт, используемый в качестве медицинского препарата, применяемого в виде его 10-процентного водного раствора.

Несмотря на то, что вдыхание паров аммиака имеет возбуждающее действие и помогает при обмороках, при работе с этим газом следует соблюдать осторожность из-за его негативных воздействий.

Аммиак раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает удушье, а при высокой концентрации приводит к следующим последствиям:

- к ожогам роговицы и слепоте;
- поражает нервную систему вплоть до необратимых изменений;
- снижает когнитивные функции мозга, провоцирует возникновение галлюцинаций.

Оксиды азота представлены в основном двумя соединениями – NO и NO₂, которые образуются при сгорании топлива при очень высоких температурах (выше 650 °С) и избытке кислорода, т. е. происходит окисление атмосферного азота. Источниками выбросов NO и NO₂ являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту, нитраты и другие нитросоединения. В городах основными источниками выбросов оксидов азота являются автомобильный транспорт и теплоэлектростанции. Такие выбросы могут привести к образованию так называемого фотохимического смога в атмосфере.

В воздухе NO (бесцветный газ) быстро окисляется до диоксида азота NO₂ – наиболее вредного соединения этой группы, токсичность его в 7 раз превышает токсичность NO. Диоксид азота – газ желтовато-бурого цвета, обладает сильным раздражающим действием, плотность его составляет 1,58 г/см³, а время жизни в атмосфере около трех суток. NO₂ обуславливает фотохимическое загрязнение атмосферы, поскольку реагирует с другими веществами: с диоксидом серы SO₂, кислородом, углеводородами. При взаимодействии с влагой слизистых оболочек легких и глаз образуются азотная (NO₃) и азотистая (NO₂) кислоты.

Возможные последствия поражения диоксидом азота для человека:

- значительные нарушения в работе сердца и сосудистой системы;
- заболевания ЖКТ, длительное расстройство пищеварения;
- нарушения свертываемости крови;
- болезни легких и бронхов (отек легких при концентрации 200...300 мг/м³ и снижение альвеолярной активности).

Известно воздействие на человека и окружающую среду следующих соединений серы: SO₂ (диоксид серы, сернистый ангидрит) и SO₃ (триоксид серы, серный ангидрит). Оксиды серы образуются при сжигании различных видов топлива, которые обычно имеют примеси серы, при производстве серы и нефтепереработке.

Основными источниками загрязнения являются автотранспорт, металлургическая промышленность, теплоэлектростанции и котельные. Оксиды серы не имеют окраски, обладают резким характерным запахом, ощущаются при малых концентрациях. При контакте с влагой образуют кислоты – сернистую H₂SO₃ и серную H₂SO₄, которые оказывают вредное воздействие на человека, живые организмы и сооружения.

У человека оксиды серы раздражают верхние дыхательные пути, т. к. легко растворяются в слизи гортани и трахеи. Попадая в легкие, они оседают и сильно разрушают их. Длительное воздействие даже при относительно низких концентрациях оксидов серы увеличивает смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, обуславливает появление бронхитов, астмы и других респираторных заболеваний.

Особенно чувствительны к оксидам серы лесные насаждения. Так, при концентрации 0,23...0,32 мг/м³ сосна погибает через 2–3 года, а при концентрации 0,05...0,1 мг/м³ гибнут лиственные деревья.

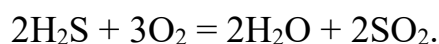
Озон O₃, при высоких концентрациях имеющий голубой цвет, защищает нас от ультрафиолетового солнечного излучения в озоновом слое атмосферы Земли. *Одновременно он является природным антисептиком, обеззараживает воду и воздух. Еще в пользу озона говорит то, что воздух после грозы, насыщенный O₃, кажется нам свежим и бодрящим. Озон образуется при фотохимических реакциях, происходящих при автомобильных выхлопах и сжигании мусора (выброс несгоревших гидрокарбонатов). Он входит в состав так называемого фотохимического смога.*

Действие озона на организм человека подобно действию NO₂. Он при превышении предельных концентраций воздействует на легкие и вызывает их отеки, обостряет сердечные заболевания и снижает иммунитет человека. Систематическое вдыхание озона приводит к накоплению в легких чужеродных веществ, что может способствовать увеличению опасности заболевания раком легких, т. к. канцерогенные вещества задерживаются в легких больше обычного. Данный газ действует медленно, но крайне губительно в долгосрочной перспективе – особенно опасен он для детей, пожилых людей и астматиков.

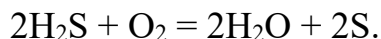
При действии на растения озон значительно токсичнее, чем оксиды азота. Он изменяет структуру клеточных мембран.

Сероводород H₂S (сернистый водород, сульфид водорода, дигидросульфид) – бесцветный газ со сладковатым вкусом и с запахом гниющего белка, напоминающим тухлые яйца. Он немного тяжелее воздуха, сжижается при температуре –60,3 °С и затвердевает при –85,6 °С. При возгорании взвоопасен.

Сероводород легко воспламеняется. На воздухе он горит голубоватым пламенем, образуя диоксид серы и воду:



Если внести в пламя сероводорода какой-нибудь холодный предмет, например фарфоровую чашку, то температура пламени значительно понижается и сероводород окисляется только до свободной серы, оседающей на чашке в виде желтого налета:



При 20 °С один объем воды растворяет 2,5 объема сероводорода. Раствор сероводорода в воде называется сероводородной водой. При стоянии на воздухе, особенно на свету, сероводородная вода скоро становится мутной от выделяющейся серы. Это происходит в результате окисления сероводорода кислородом воздуха.

Сероводород H_2S очень токсичен. Длительное вдыхание воздуха, содержащего этот газ даже в небольших количествах, вызывает тяжелые отравления. Он воздействует в первую очередь на нервную систему, вызывает сильные головные боли, судороги и может привести к коме. При концентрации свыше 6 мг/м³ начинаются головные боли, головокружения и тошнота. Смертельная концентрация сероводорода составляет примерно 1 000 мг/м³.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются наиболее вредными. Это сложные углеводы, состоящие из нескольких компонентов, от двух до пяти. ПАУ образуются при неполном сгорании органических веществ из ацетиленовых интермедиатов. Источники их поступления в окружающую среду включают промышленные и бытовые мусоросжигатели и выхлопные газы автомобилей. Кроме того, такими источниками могут быть гудрон, смолы, продукты нефтепереработки, лесные пожары, извержения вулканов.

Среди ПАУ следует выделить самое опасное соединение – бенз(а)пирен $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$. Даже при очень малой концентрации (более 0,1 мкг/100 м³), попадая в организм человека и постепенно накапливаясь до критического уровня, стимулирует образование злокачественных опухолей, в частности, рака легких. Бенз(а)пирен – весьма канцерогенное вещество, 1 класса опасности, которое расценивается медиками как однозначно провоцирующее раковые заболевания. Имеет хорошую проникающую способность в клетки живых организмов.

Бензапирен выделяется при курении: содержание его в дыме одной сигареты в среднем составляет 0,025 мкг, что во много раз превышает ПДК (в среднем в 10 000–15 000 раз). Было подсчитано, что выкуривание одной сигареты по содержанию бензапирена равнозначно шестнадцати часам вдыхания выхлопных газов.

Ароматические углеводороды класса C_mH_n . К ним относятся бензол, толуол, этилбензол, ксилол и др. Основным источником загрязнения углеводородами является автомобильный транспорт, а также предприятия химической и нефтехимической промышленности. При большом количестве мелких котельных, труб печного отопления уровни загрязнения особенно велики. C_mH_n поступает в атмосферу с частицами сажи, в которой содержится примерно 1 %...2 % C_mH_n . Соединения C_mH_n обладают неприятным запахом и оказывают вредное воздействие на центральную нервную систему, снижают мышечную и умственную активность, вызывают головную боль и головокружение. Некоторые углеводороды оказывают наркотическое действие.

Бензол, этилбензол и их ближайшие гомологи (толуол, ксилол) относятся к группе ароматических углеводородов, они содержат устойчивые циклические группы атомов (бензольные ядра) с особым характером химических связей.

Бензол C_6H_6 является человеческим канцерогеном. Обычно попадает в организм через легкие и ЖКТ. Вещество имеет 2 класс опасности по классификации воздействия на живые организмы. Риск возникновения заболеваний наиболее возрастает при попадании в организм ингаляционным путем. При хроническом воздействии бензол накапливается в жировой ткани. В высоких концентрациях нейротоксичен, при хроническом воздействии может приводить к поражению костного мозга. Обладает гемотоксическими эффектами (воздействует на клетки крови).

Толуол $C_6H_5-CH_3$ (от исп. *tolu*, толуанский бальзам) – метилбензол, бесцветная жидкость с характерным запахом, относится к аренам. Проникает в организм человека не только через органы дыхания, но и через кожу. *Симптомы отравления толуолом* – раздражение слизистой оболочки глаз, заторможенность, нарушения работы вестибулярного аппарата, галлюцинации. Также толуол крайне пожароопасен и обладает наркотическим воздействием. До 1998 г. он входил в состав клея «Момент» и до сих пор содержится в некоторых растворителях для лаков и красок.

Ксилол C_8H_{10} – это жидкость без цвета, но с характерным запахом, которая применяется как органический растворитель для изготовления пластмассы, лаков, красок, строительного клея. Получают при коксовании угля или из нефти путем каталитического риформинга прямогонной бензиновой фракции. *Ксилол относится к 3 классу опасности*, он способен вызвать острые и хронические поражения кровеносных органов. *В малых концентрациях данный углеводород никак не вредит человеку*, однако при длительном вдыхании паров ксилола появляется наркотическая

зависимость. Также ксилол поражает нервную систему, вызывает раздражение кожного покрова и слизистой глаз.

Хлор (Cl_2) – от лат. *chlorum*). Химически активный неметалл. Входит в группу галогенов. Термически устойчив. *Простое вещество хлор при нормальных условиях* – ядовитый газ желтовато-зеленого цвета, тяжелее воздуха, с резким запахом и сладковатым, «металлическим» вкусом. При насыщении охлажденной воды хлором образуется твердый осадок. Хорошо растворяется в воде, в большой степени подвергается дисмутации («хлорная вода»). Растворяется в тетрахлориде углерода, жидких $SiCl_4$ и $TiCl_4$. Плохо растворяется в насыщенном растворе хлорида натрия. Не реагирует с кислородом. Сильный окислитель. Температура кипения составляет $-34,1$ °С.

Полезные свойства хлора и его влияние на организм человека в пределах предельно допустимых концентраций:

- регулирует водный и кислотно-щелочной баланс;
- выводит жидкость и соли из организма в процессе осморегуляции;
- стимулирует нормальное пищеварение;
- нормализует состояние эритроцитов;
- очищает печень от жира.

Одни из первых симптомов отравления хлором – покраснение глаз, приступы кашля, боль в груди, повышение температуры тела. *Возможно развитие бронхопневмонии и бронхита*. При высокой концентрации летальный исход может наступить после нескольких вдохов. *Будучи сильным канцерогеном, хлор провоцирует* возникновение раковых опухолей и туберкулеза.

Фенолы. Мировое производство фенолов на 2006 г. составляет 8,3 млн т/год. По объему производства фенол занимает 33-е место среди всех выпускаемых химической промышленностью веществ и 17-е место среди органических веществ.

Фенóл C_6H_5OH – простейший представитель класса фенолов. Один из промышленных загрязнителей, который губителен для животных и человека. При вдыхании паров фенола возникает упадок сил, тошнота, головокружение. Оказывает негативное влияние на нервную и дыхательные системы, а также на почки, печень и т. д. Использование фенола часто приводит к значительным негативным последствиям. В 70-х гг. в СССР его использовали при строительстве жилых домов. Люди, жившие в «фенольных домах», жаловались на плохое самочувствие, аллергию, возникновение онкологических заболеваний и на другие недуги.

Фенолформальдегидные смолы широко используются при изготовлении мебели, строительных материалов и многого другого. Недобросовестные

производители могут превышать допустимую норму или применять некачественные химикаты. Контроль является важным элементом оценки возможности производства и использования мебели.

Формальдегид (СНОН). В технической литературе носит название «муравьиный альдегид» или же «метаналь». Это бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Чистый газообразный формальдегид относительно стабилен при 80 °С...100 °С, при температурах ниже 80 °С медленно полимеризуется. Обладает высокой реакционной способностью.

Источники формальдегида. Антропогенные источники включают непосредственные выбросы в атмосферу при производстве и промышленном использовании, а также вторичные (окисление углеводов, выбрасываемых стационарными и мобильными источниками).

В дождевой воде городов фиксируется присутствие формальдегида. Формальдегид – сильный восстановитель. Он конденсируется с аминами, с аммиаком образует уротропин. Атмосфера промышленных городов характеризуется очень высокими концентрациями формальдегида. Наиболее высокие концентрации вещества наблюдаются в городских застройках в часы пик или в условиях фотохимического смога.

Влияние на живые организмы. Формальдегид – раздражающий газ, обладающий общей ядовитостью. Он оказывает общетоксическое действие. Вызывает поражение ЦНС, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. *Формальдегид* обладает аллергенным, мутагенным, сенсibiliзирующим, канцерогенным действием.

Пыль – это вид аэрозоля, дисперсная система, состоящая из мелких твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде. Как и другие виды аэрозолей, усиливает рассеяние и поглощение света атмосферой, влияет на ее тепловой режим.

Постоянные источники повышенной запыленности – отрасли металлургического, химического и текстильного производства, строительство и некоторые отрасли народного хозяйства (полеводство), многие транспортные средства. Источниками выбросов сажи в атмосферу являются дизели, авиационные турбины, тепловые энергетические установки, лесные пожары и др. Выбросы связаны с производством пигментов, специальных стекол, смазок, антидетонационных присадок к автомобильным бензинам, полимеризацией пластмасс, клеев деревообрабатывающей и мебельной отрасли, производством сплавов металлов, аккумуляторов и т. д.

Аэрозольные частицы от источников-загрязнителей отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже – оксиды

металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Они содержатся в выбросах предприятий теплоэнергетики, черной и цветной металлургии, стройматериалов, а также автомобильного транспорта. Пыль, осаждающаяся в промышленных районах, содержит до 20 % оксида железа, 15 % силикатов и 5 % сажи, а также примеси различных металлов (свинец, ванадий, молибден, мышьяк, сурьма и т. д.).

Негативное воздействие пыли на растительный и животный мир и человека. *Пылевые частицы* поглощают коротковолновую часть солнечного спектра, снижают количество достигающего земной поверхности ультрафиолета, что способствует ослаблению адаптивных свойств всех живых организмов. Они оседают на поверхности листьев растений, сокращая их способность к восприятию солнечного света. *Сажевые частицы в силу своей разветвленной поверхности* способны адсорбировать значительные количества различных соединений, включая полиароматические. Таким образом, сажа играет важную роль в переносе вредных соединений в атмосфере. *Длительный контакт с сажей* даже простейшего состава вызывает рак кожи, обостряются респираторные заболевания, истончается слизистая верхних дыхательных путей.

В состав пыли при промышленном производстве попадают различные элементы, в том числе тяжелые металлы. Рассмотрим основные из них по степени влияния на растительный и животный мир, прежде всего, на человека.

Ртуть относится к классу чрезвычайно опасных веществ (1 класс). Это элемент шестого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева с атомным номером 80, относящийся к подгруппе цинка. *Простое вещество ртуть* – это переходный металл, при комнатной температуре представляющий собой тяжелую серебристо-белую жидкость, пары которой чрезвычайно ядовиты, контаминант. *Пары ртути вызывают наиболее тяжелые отравления.* Острое отравление ртутью проявляется через несколько часов после его начала. *Симптомы острого отравления:* общая слабость, отсутствие аппетита, головная боль, боль при глотании, металлический вкус во рту, слюнотечение, набухание и кровоточивость десен, тошнота и рвота. Даже обычный небольшой градусник, содержащий всего около 3 г ртути, может превратиться из измерительного прибора в настоящую проблему для здоровья человека.

Особенности воздействия свинца на человека. Наиболее высокая концентрация свинца в атмосферном воздухе, как правило, наблюдается в зимний период, что связано с дополнительными выбросами в атмосферу продуктов сжигания топлива. Неблагоприятные метеорологические условия в

этот период года также способствуют накоплению данного вещества в нижних слоях атмосферы. Свинец широко используется при производстве электротехнических изделий, кабельной продукции, защитных экранов от гамма-излучений, аккумуляторов, красок и т. д.

Свинец крайне опасен для организма человека. В человеческий организм он попадает через пищу и воду, а также при дыхании. Концентрация свинца в костях современного человека в 700–1000 раз выше, чем в скелетах людей, живших до индустриального периода. Свинец влияет на нервную систему человека, что приводит к снижению интеллекта, вызывает изменение физической активности, координации слуха, воздействует на сердечно-сосудистую систему, приводя к заболеванию сердца. Это оказывает негативное влияние на состояние здоровья населения и в первую очередь детей, которые наиболее восприимчивы к свинцовым отравлениям. Свинец активно влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат. *Это вещество остается в организме надолго, накапливаясь в костях и тканях.* Отравление свинцом проявляется не моментально. Первые симптомы схожи с признаками сильного переутомления – вялость, головокружение, плохое настроение и т. д. Если своевременно не обратиться к врачу за помощью, симптомы будут только усугубляться. При длительном воздействии свинца на организм у человека появляются судороги, боль в мышцах, дефекты речи. Тяжелое отравление может привести к параличу, коме и смерти.

Кадмий – химический элемент второй группы периодической системы Д. И. Менделеева, металл. В атмосферу он может попадать при сжигании изделий из пластмассы, куда добавляется для прочности и в составе красителей. Кроме того, кадмий относится к так называемым «рассеянными» элементам. Он содержится практически во всех видах минералов. Среднее содержание кадмия в каменноугольной золе невелико, примерно 5 г на 1 т. Тем не менее он попадает в атмосферу и в процессе сжигания топлива. Кадмий широко применяется при производстве цветных металлов, в ядерной энергетике, в гальванотехнологии, при производстве аккумуляторов. Он используется как стабилизатор и пигмент в стеклах и пластмассах и т. д.

Пары кадмия, все его соединения токсичны, что связано с его способностью связывать серосодержащие ферменты и аминокислоты. Кадмий – кумулятивный яд, он способен накапливаться в организме. Период полужизни его в организме составляет 10 лет. Кадмий способен повышать кровяное давление. Он обладает канцерогенным эффектом. Накапливается в почках, в течение человеческой жизни его содержание может увеличиваться в 100–1000 раз.

Мышьяк также является одним из самых опасных химических экотоксинов, вызывающих тяжелые последствия в живых организмах. В природе он содержится в виде арсенидов меди, никеля и железа, а также различных оксидов и сульфидов. Мышьяк входит в состав пестицидов и гербицидов, в виде лекарств применяется в медицине и ветеринарии, в виде добавок используется в стекольном, керамическом, текстильном и кожевенном производстве, электронике, оптике и т. д.

Токсичные эффекты соединений мышьяка давно известны. Он может вызвать у людей следующие виды заболеваний: нарушение тканевого дыхания в легких, расстройство сердечной деятельности, гемодинамику отдельных органов и т. д. Канцерогенное действие может проявиться через значительный период после контакта с ним. Соединения мышьяка обладают мутагенным эффектом, индуцируют как *in vitro*, так *in vivo* хромосомных аномалий.

Цинк – химический элемент побочной подгруппы второй группы четвертого периода периодической системы с атомным номером 30. Обозначается символом Zn. *Простое вещество цинк при нормальных условиях* – это хрупкий переходный металл голубовато-белого цвета. Наиболее опасны его соединения с хлором в виде хлорида цинка.

Вдыхание в течение 5...30 мин дыма хлорида цинка вызывает пароксизмальный кашель, тошноту, иногда рвоту; через 1...24 ч – одышка, повышение температуры тела, возможны воспалительные явления и отек легких; осложнений следует ожидать в течение 5–12 дней. Этот синдром получил название «острая химическая пневмопатия». При вскрытии погибших на шестой и одиннадцатый день после отравления обнаруживаются симптомы: некротизирующий трахеит, бронхит, сливная бронхопневмония с тромбозом мелких сосудов и облитерирующий бронхиолит.

Медь. По химическим свойствам медь занимает промежуточное положение между элементами первой триады восьмой группы и щелочными элементами первой группы системы Д. И. Менделеева. Как и Fe, Co, Ni, она склонна к комплексообразованию, дает окрашенные соединения, нерастворимые сульфиды и т. д. Повышенное содержание соединений меди в организме весьма токсично для человека.

Причины избытка меди:

- избыточное поступление в организм (вдыхание паров и пыли соединений меди в условиях производства, бытовые интоксикации растворами соединений меди, использование медной посуды);
- нарушение регуляции обмена меди.

Основные проявления избытка меди:

- функциональные расстройства нервной системы (ухудшение памяти, депрессия, бессонница);
- при вдыхании паров может проявляться «медная лихорадка» (озноб, высокая температура, проливной пот, судороги в икроножных мышцах);
- воздействие пыли и окиси меди может приводить к слезотечению, раздражению конъюнктивы и слизистых оболочек, чиханию, жжению в зеве, головной боли, слабости, болям в мышцах, желудочно-кишечным расстройствам;
- нарушения функций печени и почек;
- поражение печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанным с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона – Коновалова);
- аллергодерматозы;
- увеличение риска развития атеросклероза;
- гемолиз эритроцитов, появление гемоглобина в моче, анемия.

Хром в природном состоянии менее токсичен, чем вышеприведенные тяжелые металлы. В растительных и животных организмах он присутствует в составе ДНК. Отдельные виды млекопитающих способны переносить увеличение содержания хрома в десятки и даже сотни раз без видимых изменений состояния. Микроорганизмы способны аккумулировать хром в трехвалентном состоянии. Шестивалентный хром экотоксичен, редко встречается в природе и проявляется при переработке природного сырья. Его токсичность выражается в торможении роста. При содержании хрома выше ПДК могут проявиться легочная и желудочная токсикация у человека, дерматиты кожи. Хроматы могут вызывать бронхогенный рак.

Пестициды (от лат. *pestis* «зараза» + *caedo* «убивать») – химические средства, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, различными паразитами, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, эктопаразитами домашних животных, а также с переносчиками болезней. *В наибольших масштабах пестициды используют в сельском хозяйстве для борьбы с членистоногими (инсектициды и акарициды), нематодами (нематоциды), грибными (фунгициды) и бактериальными (бактерициды) заболеваниями растений и животных, а также для борьбы с сорняками (гербициды).*

К пестицидам относят также регуляторы роста растений (ретарданты), используемые для борьбы с полеганием различных культур, для дефолиации (удаления листьев) и десикации (подсушивания растений на корню), чтобы облегчить уборку урожая, а также для предохранения от

заморозков и засухи. *Пестициды являются единственным загрязнителем, который сознательно вносится человеком в окружающую среду.*

2.3. Виды атмосферного загрязнения по территориальному признаку

Атмосферное загрязнение воздуха можно классифицировать с учетом территориальных особенностей размещения источников выброса загрязнителей. Источники выбросов по этому признаку классифицируются на стационарные, мобильные и нестационарные. *Стационарные источники выбросов* подразделяются на организованные стационарные источники выбросов и неорганизованные.

К организованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ (газоходы, воздухопроводы и трубы).

К неорганизованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, не оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ. *Неорганизованные стационарные источники выбросов в свою очередь подразделяются на следующие виды:* линейные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от газопроводов; площадные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от рассредоточенных источников выделения загрязняющих веществ, в том числе от сооружений по очистке сточных вод, площадок хранения сыпучих материалов, отвалов горных пород, объектов захоронения отходов, объектов хранения отходов, мобильных источников выбросов.

Мобильные источники выбросов подразделяются на виды:

- *механические транспортные средства* (за исключением приводимых в движение электродвигателями);
- *железнодорожные транспортные средства* (за исключением приводимых в движение электродвигателями);
- *воздушные суда;*
- *морские суда, суда внутреннего плавания, суда смешанного (река – море) плавания, маломерные суда.*

Механические транспортные средства классифицируются по экологическим классам. Экологические классы механических транспортных средств и порядок отнесения механических транспортных средств к экологическим классам механических транспортных средств устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь.

К нестационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, не являющиеся стационарными или мобильными источниками выбросов и включенные в утверждаемый Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь специальный перечень нестационарных источников выбросов.

Источники загрязнений (загрязнители) принято также классифицировать по периодичности действия, характеру распространения и по высоте расположения источника относительно земной поверхности (рис. 2.3).

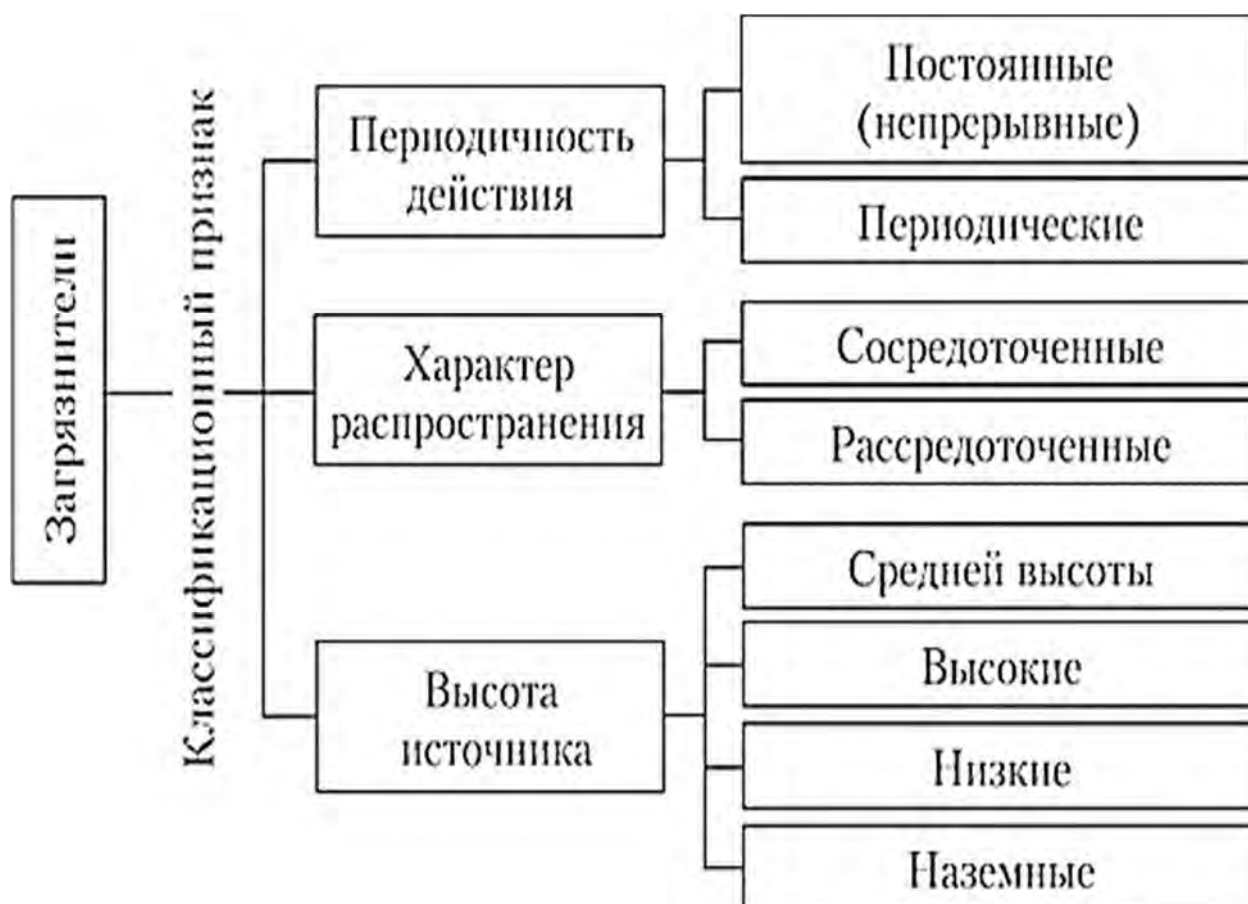


Рис. 2.3. Классификация видов загрязнений атмосферного воздуха

В зависимости от высоты (H) устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности источники выбросов делятся на четыре класса:

- 1) высокие источники ($H \geq 50$ м);

- 2) источники средней высоты ($H = 10 \dots 50$ м);
- 3) низкие источники ($H = 2 \dots 10$ м);
- 4) наземные источники ($H \leq 2$ м).

2.4. Способы нормирования качества атмосферного воздуха, предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимые выбросы в результате работы промышленных предприятий и автотранспорта

Качество атмосферного воздуха принято оценивать по потенциальной и реальной опасности. ***К показателям потенциальной опасности*** относятся те, которые определяют возможность попадания вредного вещества в отдельные органы организма человека:

- *средняя смертельная доза при введении в желудок* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % людей и животных при однократном введении в желудок (миллиграмм на килограмм);

- *средняя смертельная доза при нанесении на кожу* – доза вещества, вызывающая гибель 50 % людей и животных при однократном нанесении на кожу (миллиграмм на килограмм);

- *средняя смертельная концентрация в воздухе* – концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % людей и животных при 2–4-часовом ингаляционном воздействии (миллиграмм на кубический метр);

- *коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)* – отношение максимально допустимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20 °С к средней смертельной концентрации вещества при 2-часовом воздействии на человека или животного.

К показателям реальной опасности относятся зоны острого и хронического действия.

Зона острого действия – отношение смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящее за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона хронического действия – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных реакций, к минимальной концентрации, вызывающей вредное действие на организм в

хроническом эксперименте, – по 4 ч 5 раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев.

2.5. Индекс загрязнения атмосферы

Для интегральной оценки степени загрязнения атмосферы в Беларуси и других странах СНГ используется комплексный показатель – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Введение в практику служб мониторинга воздушной среды расчета ИЗА связано с выходом в 1979 г. «Руководства по контролю загрязнения атмосферы». В Республике Беларусь комплексный ИЗА начал регулярно рассчитываться с 1982 г.

Расчет ИЗА основан на предположении, что при значениях на уровне предельно допустимых концентраций (ПДК) все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества.

Практически используются два индекса загрязнения атмосферы:

- 1) ИЗА по каждому веществу;
- 2) комплексный ИЗА, учитывающий загрязнение атмосферного воздуха суммой веществ.

Загрязнение считается низким, если ИЗА меньше 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА ≥ 14 .

Для расчета комплексного ИЗА предварительно рассчитывается ИЗА по каждому компоненту. Его вычисление для одного i -го вещества I_i проводится по формуле

$$I_i = \left(\frac{q_{срi}}{\text{ПДК}_{с.с.i}} \right) K_i, \quad (2.1)$$

где $q_{срi}$ – среднегодовая (или среднемесячная) концентрация i -го вещества; $\text{ПДК}_{с.с.i}$ – его среднесуточная предельно допустимая концентрация; K_i – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Значения K_i равны 0,85; 1,0; 1,3; 1,5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности вещества.

Затем составляется убывающий вариационный ряд величины I_i .

Комплексный ИЗА, учитывающий m веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле

$$I_i = \sum_{i=1}^m \left(\frac{q_{c.c.i}}{\text{ПДК}_{c.c.i}} \right) K_i, \quad (2.2)$$

где $q_{c.c.i}$ – среднесуточная концентрация i -го вещества.

ИЗА, рассчитанный по формуле (2.2), показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в ед. ПДК SO₂) соответствуют фактически наблюдаемые концентрации m веществ, т. е. показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности загрязняющих веществ в целом.

Чтобы значения комплексного ИЗА были сравнимы для разных станций, их рассчитывают для одинакового количества (обычно пяти) веществ. В зависимости от значения ИЗА уровень загрязнения воздуха оценивается по пятиступенчатой шкале.

2.6. Обустройство санитарно-защитных зон

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов на ее границе и за ней. Рассматриваются в НПА и ТНПА два типа размеров:

1) базовый размер СЗЗ – размер санитарно-защитной зоны, обеспечивающий достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов, установленный согласно приложению 1 к СанПиН «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду», утвержденному постановлением Минздрава Республики Беларусь от 11.10.2017 г. № 91;

2) расчетный размер СЗЗ – размер санитарно-защитной зоны, установленный на основании проекта СЗЗ объекта с расчетами рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (с учетом фона), уровней физического воздействия и оценки риска для жизни и здоровья населения и обеспечивающий соблюдение нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, допустимых уровней физических воздействий и приемлемых уровней риска для жизни и здоровья населения на ее

границе и за ней. Расчетный размер СЗЗ устанавливается для объектов, не указанных в приложении 1 к СанПиНу, утвержденному постановлением Минздрава Республики Беларусь от 11.10.2017 г. № 91, а также при изменении базовых размеров СЗЗ объектов.

Ориентировочный размер СЗЗ для предприятия различных отраслей.

Принято выделять пять классов СЗЗ по степени опасности:

- 1) чрезвычайно опасные. Для таких промышленных предприятий размер СЗЗ должен составлять 1000 м и больше;
- 2) особенно опасные. Для таких объектов размер санитарно-защитной зоны должен составлять минимум 500 м;
- 3) умеренно опасные. Для данного класса предприятий размер СЗЗ должен достигать 300 м;
- 4) малоопасные. Размер защитной зоны – от 100 м;
- 5) с минимальным уровнем опасности. Размер охранной зоны составляет 50 м.

Особенности проектирования СЗЗ.

Размеры СЗЗ устанавливаются в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов.

Предусматриваются меры по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов.

Важный фактор при проектировании – фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха. На территории с показателями фона, превышающими гигиенические нормативы, не допускается размещение промышленных объектов и производств, являющихся источниками загрязнения среды обитания и воздействия на здоровье человека. Для действующих источников загрязнения разрешается проведение реконструкции или перепрофилирование при условии снижения всех видов воздействия на среду обитания до ПДК при химическом и биологическом воздействии и предельно допустимого уровня (ПДУ) при воздействии физических факторов с учетом фона.

Запрещается размещать в СЗЗ предприятий следующие объекты:

- жилую застройку;
- озелененные территории общего пользования в населенных пунктах, предназначенные для массового отдыха населения, объекты туризма и отдыха (за исключением гостиниц, кемпингов, мемориальных комплексов), площадки (зоны) отдыха, детские площадки;
- открытые и полукрытые физкультурно-спортивные сооружения;

- территории садоводческих товариществ и дачных кооперативов;
- учреждения образования;
- санаторно-курортные и оздоровительные организации, организации здравоохранения с круглосуточным пребыванием пациентов;
- комплексы водопроводных сооружений для водоподготовки и хранения питьевой воды (за исключением обеспечивающих водой данный объект);
- объекты по выращиванию сельскохозяйственных культур, используемых для питания населения.

В границах СЗЗ могут быть размещены лишь определенные объекты:

- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала;
- помещения для пребывания работающих по вахтовому методу (не более двух недель);
- здания управления, конструкторские бюро, административные здания;
- научно-исследовательские лаборатории;
- поликлиники;
- спортивно-оздоровительные сооружения закрытого типа;
- бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания;
- мотели, гостиницы;
- гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта;
- пожарные депо;
- местные и транзитные коммуникации, линии электропередач, электроподстанции, нефте- и газопроводы;
- артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения;
- автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей.

Размеры СЗЗ могут быть уменьшены:

- при объективном доказательстве достижения уровня химического, биологического загрязнения атмосферного воздуха и физических воздействий на атмосферный воздух до ПДК и ПДУ на границе СЗЗ и за ее пределами по материалам систематических лабораторных наблюдений для предприятий 1 и 2 классов опасности (не менее 50 дней исследований по каждому загрязняющему веществу в отдельной точке) и измерений и оценке риска для здоровья; для промышленных объектов и производств 3, 4 и 5 классов

опасности – по данным натурных исследований приоритетных показателей за состоянием загрязнения атмосферного воздуха (не менее 30 дней исследований по каждому загрязняющему веществу в отдельной точке) и измерений;

- при подтверждении измерениями уровней физического воздействия на атмосферный воздух на границе СЗЗ до гигиенических нормативов и ниже;
- при уменьшении мощности, изменении состава, перепрофилировании промышленных объектов и производств и связанном с этим изменением класса опасности;
- при внедрении передовых технологических решений, эффективных очистных сооружений, направленных на сокращение уровней воздействия на среду обитания.

Размер СЗЗ для проектируемых и действующих промышленных объектов и производств может быть увеличен по сравнению с классификацией, полученной расчетным путем и (или) по результатам натурных наблюдений и измерений для предприятий 1 и 2 классов опасности, Главным государственным санитарным врачом для предприятий 3, 4 и 5 классов опасности по результатам натурных исследований СЗЗ.

Озеленение СЗЗ предприятия.

Степень озеленения территории СЗЗ проектируемого объекта должна быть не менее 30 % ее общей площади.

Степень озеленения территории СЗЗ объектов сельскохозяйственного назначения, включая животноводческие, свиноводческие, звероводческие, птицеводческие фермы и комплексы, свободной от застройки, должна составлять не менее 15 %, а при коэффициенте застройки территории СЗЗ объекта более 50 % – не менее 10 % территории СЗЗ объекта.

Граница СЗЗ объекта устанавливается также для:

- границ земельных участков при усадебном типе застройки;
- окон жилых домов при мало-, средне-, многоэтажной и повышенной этажности жилой застройки;
- границ территорий учреждений образования;
- границ санаторно-курортных и оздоровительных организаций, организаций здравоохранения, за исключением организаций здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях и в условиях отделения дневного пребывания;
- границ открытых и полукрытых физкультурно-спортивных сооружений, объектов оздоровления, туризма и отдыха, за исключением гостиниц, кемпингов;

– границ территории садоводческих товариществ и дачных кооперативов.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные химические соединения, загрязняющие атмосферный воздух, и их воздействие на организм человека.

2. Виды атмосферного загрязнения по территориальному признаку.

3. Способы нормирования качества атмосферного воздуха, предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимые выбросы в результате работы промышленных предприятий и автотранспорта.

4. Анализ динамики состояния атмосферного воздуха на основе комплексного индекса загрязнения атмосферы.

5. Основные направления и технологические мероприятия по защите воздушного бассейна.

6. Планировочные градостроительные мероприятия с учетом экологических нормативов, обустройство санитарно-защитных зон.

3. ПРОБЛЕМА ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ В МИРЕ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

3.1. Основные направления использования водных ресурсов в мире и Республике Беларусь

Вода – важнейший элемент биосферы на Земле.

Доля гидросферы (воды) по отношению ко всей массе Земли не превышает 0,02 %. Она объединяет все воды земного шара, включая океаны, моря и поверхностные воды суши. В более широком смысле к гидросфере относятся подземные воды, лед и снег Арктики и Антарктиды, а также атмосферная вода и вода, содержащаяся в живых организмах.

Вода существует в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном (в атмосфере Земли).

В природных условиях всегда вода 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. Для сравнения: воды Черного моря содержат 19 г/л, океан – 35 г/л, Мертвое море – 260 г/л. На пресные воды приходится около 2 %...3 % гидросферы.

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 %).

Запасы пресной воды в мире и проблемы их сохранения.

В настоящее время вода, в особенности пресная, является крайне важным стратегическим ресурсом. За последние годы потребление воды в мире увеличилось, и существуют опасения, что ее попросту в недалеком будущем на всех не хватит.

По данным Всемирной комиссии по воде (World Commission on Water), сегодня каждому человеку ежедневно требуется от 20 до 50 л воды для питья, приготовления пищи и личной гигиены.

Около миллиарда людей в 28 странах мира не имеют доступа к такому количеству жизненно важных ресурсов.

Около 2,5 млрд человек живет в районах, испытывающих среднюю или острую нехватку воды.

Предполагается, что к 2025 г. это число возрастет до 5,5 млрд и составит две трети населения Земли.

Пресную воду нужно рассматривать как исчерпаемый ресурс. Исчерпаемость ресурсов требует особо бережного к ним отношения. За определенными границами исчерпания ресурс лишается способности самовосстановления или его возобновление требует значительных затрат.

Водных ресурсов недостает в районах максимальной концентрации населения, промышленности и сельского хозяйства. В связи с производственной деятельностью – осушением болот, вырубкой лесов, распашкой земель – сокращаются запасы воды.

Происходит истощение водных ресурсов, обусловленное загрязнением водных объектов бытовыми, промышленными стоками и сельскохозяйственными смывами.

Водные ресурсы Республики Беларусь.

Республика Беларусь по обеспеченности водными ресурсами находится в сравнительно благоприятных условиях. Ее общие поверхностные водные ресурсы составляют 57,9 млрд м³, из которых 34,0 млрд м³ формируется в пределах республики. Имеющиеся ресурсы природных вод вполне достаточны для удовлетворения как современных, так и перспективных потребностей страны в воде.

Важнейшей задачей современного общества является сохранение этого природного богатства нашей страны в условиях все более возрастающего давления на него со стороны человека.

В Республике Беларусь природоохранное законодательство непрерывно совершенствуется и создана единая система государственного управления и контроля за его соблюдением. С этой целью функционируют органы общей, специальной, межведомственной и отраслевой (ведомственной) компетенции.

Ресурсы поверхностных вод Республики Беларусь.

Ресурсы поверхностных вод Беларуси оцениваются в 58 км³ в год, по этому показателю она занимает восьмое место среди стран СНГ.

Основная часть речного стока формируется в пределах Беларуси, приток воды с территории России и Украины составляет 36 %.

Местные ресурсы речных вод составляют 36,4 км³ в год. В многоводные годы суммарный речной сток достигает 96 км³ в год, в маловодные – до 36 км³ в год.

Реки страны принадлежат к бассейнам двух морей – Черного (56 % площади водосбора) и Балтийского (44 %).

Большинство водотоков относится к малым равнинным рекам. Насчитывается около 21 тыс. рек и ручьев суммарной протяженностью 90,6 тыс. км.

Основная часть местного стока образуется в бассейнах Днепра с Березиной и Сожем (11,6 км³ в год) и Немана с Вилией (9,26 км³ в год).

Статус достаточно крупных рек (длина более 500 км) имеют только семь рек: Западная Двина, Неман, Вилия (бассейн Балтийского моря), Днепр, Березина, Сож и Припять (бассейн Черного моря).

Ресурсы вод озер и водохранилищ Республики Беларусь.

Ресурсы поверхностных вод включают также озера и водохранилища. В пределах границы Беларуси насчитывается около 11 тыс. озер. Суммарная площадь зеркала всех озер республики составляет почти 2 тыс. км², а общий объем воды – 6...7 км³.

Наиболее богата озерами северная часть страны – Белорусское Поозерье. Многие озера расположены близко одно от другого или соединены одним водотоком и образуют группы: Нарочанская, Браславская, Ушачская группы озер.

Самые крупные озера: Нарочь, Освейское, Лукомское, Дривяты, Нещердо, Снуды, Свирь.

Северные озера отличаются хорошей сохранностью озерных котловин, что позволяет вести их комплексное использование.

3.2. Сущность проблемы дефицита пресной воды в мире

Жизнь и хозяйственная деятельность человека связаны с пресными водами. Они используются в быту, для нужд промышленности и сельского хозяйства.

60 % общей площади суши на Земле приходится на регионы, в которых нет необходимого количества пресной воды. Четверть человечества ощущает недостаток воды, около 500 млн жителей страдают от недостатка и плохого качества питьевой воды – это может вызывать распространение кишечных заболеваний.

Дефицит пресной воды в мире возрастает, и это прежде всего связано со следующими причинами:

- быстрым ростом населения мира;
- увеличением расходования запасов пресных вод для нужд промышленности или сельского хозяйства;
- возрастающим загрязнением гидросферы (сбросом отходов промышленности в реки, озера, моря);

– снижением способности водоемов к самоочищению (из-за роста сброса отходов) и пр.

Глобальными ресурсными проблемами человечества являются ограниченность и неравномерное природное распределение пресных вод по земной поверхности, растущее загрязнение поверхностных и подземных вод.

Рациональное использование водных ресурсов – это единственный путь к преодолению дефицита воды.

Прогноз дефицита воды в мире до 2050 г.

Предполагается, что к 2050 г. мировой спрос на продовольствие увеличится на 70 %. Спрос зависит от численности населения, востребованного типа питания и объемов потребления. Виды культур, урожайность и производительность сельского хозяйства также влияют на количество требуемой воды, а климатические изменения добавляют неопределенности.

Для того чтобы обеспечить продуктами питания все возрастающее население Земли, необходимы затраты огромного количества воды в земледелии. Для производства 1 кг растительной массы разные растения расходуют на транспирацию от 150...200 до 800...1000 м³ воды; причем 1 га площади, занятой кукурузой, испаряет за вегетационный период 2...3 млн л воды; для выращивания 1 т пшеницы, риса или хлопка необходимо 1500, 4000 и 10000 т воды соответственно.

Существует прямая связь между водой и производством продовольствия. Выращивание сельскохозяйственных культур и животноводство – процессы водоемкие. На сельское хозяйство приходится 70 % всей воды, отбираемой сельскохозяйственным, муниципальным и промышленным (включая энергетику) секторами. Растущий спрос на продукты животноводства, в частности, увеличивает спрос на воду.

Согласно экспертным оценкам, к 2050 г. мировое потребление воды сельским хозяйством (как орошаемым, так и неорошаемым) вырастет примерно на 19 %. Рост водопотребления для орошения в значительной мере придется на регионы, уже страдающие от нехватки воды.

Вода является неотъемлемой частью многих производственных процессов, и активизация хозяйственной деятельности приведет к росту спроса на воду для промышленного использования.

Что касается потребления воды человеком, основной источник спроса связан с городским населением, нуждающимся в воде для питья и гигиены. Согласно прогнозам, городское население мира вырастет с 3,4 млрд человек в 2009 г. до 6,3 млрд в 2050 г. за счет общего роста численности населения и чистой миграции из сельской местности в города.

3.3. Проблема роста потребления воды в жилищно-коммунальном хозяйстве

В настоящее время услуги водоснабжения и канализации оказываются 1460 организациями, из которых 144 относятся к системе Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь. При этом на их долю приходится более 85 % объема оказываемых услуг.

Рассмотрим, из каких статей складывается стоимость доставки в квартиру воды, ее отведение и очистка после использования.

Добыча, доставка, отведение и очистка. Чтобы добыть подземную питьевую воду, вначале проводятся геолого-разведочные работы, затем бурят скважины, опускают в них трубы и глубинные насосы, которые поднимают воду на поверхность. На станциях очистки и обезжелезивания ее тщательно фильтруют, очищают от вредных примесей. Далее вода по трубам подается (опять же насосами) по многокилометровым водопроводам в наши дома. Весь этот процесс требует больших затрат электроэнергии – в себестоимости воды она занимает до 25 %.

Большой штат специалистов: операторы, сантехники, монтажники, инженеры и слесари, химики-лаборанты и многие другие круглосуточно следят за бесперебойной работой техники и аппаратуры, контролируют качество воды, устраняют неисправности, не допускают аварийных ситуаций. Оплата труда работников, налоги на зарплату – следующая статья расходов.

Любая техника имеет свой срок службы, поэтому предприятия водоканала вкладывают средства на замену отработавших свой срок труб, задвижек, насосов, счетчиков учета расхода воды, кабелей электроснабжения и т. д., а это стоит недешево.

3.4. Роль оборотно-повторного водоснабжения

Наиболее эффективный способ использования и защиты поверхностных вод от загрязнения их сточными водами – разработка и внедрение безводной и безотходной технологии производства, начальным этапом которой является создание оборотно-повторного водоснабжения промышленных предприятий.

При повторном водоснабжении воду после использования в каком-либо технологическом процессе, сохранившую достаточно качественные показатели, без промежуточной обработки подают после первичного использования для повторного применения в систему водоснабжения следующего объекта.

При повторном и оборотном водоснабжении существенно уменьшается количество сточных вод, тем самым меньше загрязняются водоемы. Экономия свежей воды способствует сохранению водных ресурсов.

На предприятиях наибольшее применение нашли системы водоснабжения с повторным и оборотным использованием воды по замкнутому циклу с полной ее регенерацией.

Повторное использование воды.

Тару для молочных продуктов (контейнеры, фляги и т. д.) после мойки повторной водой ополаскивают еще и питьевой. Эту воду можно повторно применять для первого ополаскивания, мойки полов, наружного обмыва автомашин, полива территории и т. д.

Если при первом использовании вода загрязняется, ее подают в очистные сооружения, после чего очищенную воду с помощью насосов вновь направляют для участия в технологическом цикле. В канализацию отводят только небольшую часть воды с загрязнениями.

Потери воды при очистке восстанавливают подачей нужного количества свежей водой из водопровода.

Оборотное использование воды.

В оборотных системах водоснабжения воду используют многократно после соответствующей обработки (очистки, охлаждения, подогрева и т. д.). Пример оборотного использования воды – охлаждающая вода в холодильных агрегатах. Нагревшуюся в конденсаторах агрегатов воду охлаждают в градирных или брызгальных бассейнах и снова подают в конденсаторы. На предприятиях молочной промышленности повторно используют воду в пластинчатых пастеризационно-охладительных линиях.

Оборотное водоснабжение позволяет уменьшить расход свежей воды в десятки раз. Экономия свежей воды способствует сохранению водных ресурсов.

3.5. Роль техногенных катастроф в загрязнении вод Мирового океана

Загрязнение океана – экологическая проблема № 1. Развитие цивилизации привело к усилению загрязнения Мирового океана. Сегодня можно выделить несколько типов загрязнения.

Физическое. Мусор, а в особенности пластик, который практически не разлагается, – огромная проблема для экологии океанов. По поверхности Мирового океана дрейфуют миллионы тонн пластиковых отходов, причем, по оценкам экспертов, 80 % этого мусора попало в океан с суши.

Биологическое. Загрязнение вод Мирового океана чужеродными бактериями и различными микроорганизмами, а также органическими отходами неуклонно приводит к нарушению хрупкого экологического баланса.

Химическое. Химикаты и тяжелые металлы используются в самых разных видах промышленности. Вместе со сточными водами они попадают в океан, причем в огромных количествах. Особенно опасна ртуть, которая накапливается в том числе и в живых организмах, а также пестициды и синтетические моющие вещества.

Нефтяное. Нефть и нефтепродукты – основной источник загрязнения Мирового океана. Нефть попадает в воду в результате техногенных катастроф, крушений танкеров и бурения скважин, но немало нефтепродуктов сбрасывает и обычный морской транспорт. Нефтяные разливы приводят к гибели огромного количества морских животных, рыб и птиц, а кроме того, они препятствуют нормальному теплообмену между слоями воды.

Тепловое. Отработанная вода, которая сбрасывается в океаны электростанциями, локально повышает температуру воды, что служит причиной массовой гибели существ, не способных выжить при таких высоких температурах. Это нарушает пищевые цепочки и приводит к исчезновению множества видов животных. В то же время некоторые виды водорослей начинают размножаться слишком активно, результатом чего становится цветение воды.

Радиоактивное. По оценкам исследований, сегодня в Мировом океане находится столько радиоактивных веществ, что их хватило бы на 30 (!) Чернобылей.

Последствия загрязнения Мирового океана.

Мировой океан – огромная, но очень хрупкая система. Это стало особенно очевидно в последние десятилетия, когда загрязнение океанских вод достигло невиданных прежде масштабов. А между тем от состояния воды зависит не только благополучие экосистем – сама человеческая цивилизация во многом зависит от Мирового океана: он влияет на погоду и климат всей планеты.

Нефть и нефтепродукты, сточные воды, химикаты, тяжелые металлы, радиоактивные отходы, ртуть и пластик – вот основные источники загрязнения Мирового океана. Сложно сказать, какой из видов загрязнения наиболее опасен – все они, в той или иной мере, влияют на экосистему планеты, в том числе и на человека. Например, токсины могут накапливаться в тканях промысловых рыб, делая их непригодными для приема в пищу. Так, в тунце из Адриатического моря часто обнаруживают очень высокое

содержание ртути, а в рыбе из северных морей нередко повышено содержание свинца. Отравление морепродуктами, содержащими токсины, может быть фатальным: болезнь Минаматы, вызванная отравлением морепродуктами с высоким содержанием ртути, унесла жизни минимум 70 человек.

Цветение прибрежных вод, вызванное сбросом органических отходов и удобрений, делает их непригодными для рыболовства, т. к. рыба в цветущей воде гибнет. Это не только лишает человека морских деликатесов, но и отнимает работу у сотен тысяч людей. На этом фоне превращение пляжей на побережье океанов и морей в зловонные свалки кажется меньшей из проблем.

Пути решения проблем загрязнения Мирового океана.

Многие страны давно предпринимают попытки исправить ситуацию или хотя бы максимально снизить вред, который человеческая деятельность наносит Мировому океану.

Например, во Франции был принят закон, регламентирующий расположение точек забора и сброса воды для фабрик и заводов. Морское побережье регулярно патрулируют вертолеты, задача которых – следить за сбросами танкеров. Высокотехнологичное и эффективное решение проблемы сбросов нашли в Швеции – емкости каждого танкера метят особыми изотопами, поэтому ученые, анализирующие нефтяные пятна, всегда могут установить, с какого конкретно судна был произведен сброс.

По инициативе ООН был подписан ряд важных международных соглашений, регламентирующих использование ресурсов Мирового океана, нефтедобычи и пр. Наибольшую известность получила Конвенция ООН по морскому праву, подписанная в 1982 г. большинством стран.

Существуют также различные мировые и региональные конвенции:

- Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов от 1972 г.;
- Международная конвенция об учреждении международного фонда для компенсации ущерба от загрязнения нефтью 1971 и 1974 гг.;
- Международная конвенция об ответственности и компенсации за ущерб в связи с перевозкой морем опасных и вредных веществ от 1996 г. и др.

3.6. Оценка состояния и нормирования качества воды

В настоящее время в различных странах мира для оценки качества воды установлено более 100 показателей.

При оценке степени загрязненности поверхностных вод учитываются содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах, привкус,

окраска и температура воды, состав и концентрация минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, состав ядовитых и вредных веществ, болезнетворных бактерий.

В поверхностных водах определяется до 60 показателей и ингредиентов: элементы основного химического состава, взвешенные и органические вещества, биогенные компоненты (соединения азота, фосфора, железа, кремния), основные загрязняющие вещества (нефтепродукты, фенолы, СПАВ, цианиды), тяжелые металлы, пестициды.

Определение конкретного списка специфических загрязняющих веществ для каждого пункта наблюдения проводится на основе информации о качественном составе и объеме загрязняющих веществ, поступающих в водный объект. Для получения комплексной оценки состояния поверхностных вод гидрохимические наблюдения проводятся совместно с гидробиологическими. Как правило, для гидробиологического мониторинга водотоков используются преимущественно донные (макрозообентос) и прикрепленные (фитоперифитон), а для водоемов – планктонные (фито- и зоопланктон) сообщества.

В Республике Беларусь разработан ряд технических нормативных правовых актов, позволяющих оценить гидробиологический и гидрохимический статус поверхностных водных объектов, в соответствии с которыми производится оценка гидробиологического и гидрохимического статусов речных и озерных экосистем.

Определение статусов речной экосистемы осуществляется для участка реки в пункте наблюдений, озерной экосистемы – для всего озера в целом.

На основе исследований состояния экосистеме присваивается один из пяти статусов:

- 1) отличный;
- 2) хороший;
- 3) удовлетворительный;
- 4) плохой;
- 5) очень плохой.

Основными нормативными документами Республики Беларусь, определяющими требования к качественному и количественному составу очищенных вод, являются:

– Водный кодекс Республики Беларусь, утвержденный Указом Президента Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З с изменениями и дополнениями согласно Законам Республики Беларусь от 18 июля 2016 г. № 399-З и от 17 июля 2017 г. № 51-З;

– Экологические нормы и правила (ЭкоНиП 17.01.06-001–2017 *Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности*), утвержденные постановлением Минприроды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т с дополнениями и изменениями от 20 декабря 2018 г. № 9-Т;

– СанПиН 10-124 РБ *Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы с приложением Правила установления контролируемых показателей качества питьевой воды и составления рабочей программы производственного контроля питьевой воды*, утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46 и введенные в действие с 1 января 2000 г.;

– Правила пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах, утвержденные постановлением Совмина Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 788;

– постановление Минприроды Республики Беларусь «О некоторых вопросах нормирования сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод» от 26 мая 2017 г. № 16.

Требования СанПиН 10-124 РБ 99.

Перечень контролируемых показателей качества воды поверхностного источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения установлен СанПиН 10-124 РБ 99, в котором определены гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды. Согласно им питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Соблюдение требований нормативных документов означает, что может быть сохранено здоровье человека. В то же время даже незначительное превышение уровня органических, неорганических, механических, растворенных и биологических загрязнений может привести к развитию ряда заболеваний, прежде всего, пищеварительного тракта человека. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети.

Гигиенические нормативы безопасности воды.

К гигиеническим нормативам безопасности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования относятся:

- предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов;
- ориентировочные допустимые уровни химических веществ в воде водных объектов;
- органолептические показатели;
- микробиологические показатели;
- показатели радиационной безопасности.

Гигиенические нормативы безопасности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования утверждаются Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Гигиенические нормативы безопасности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования не устанавливаются для прудов-копаней и технологических водных объектов отдельных предприятий.

Нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в сточные воды.

К нормативам допустимых сбросов химических и иных веществ в сточные воды относятся:

- допустимая концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых в поверхностный водный объект (миллиграммов в кубическом дециметре);
- максимально допустимая масса загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых в поверхностный водный объект, за определенный период времени (тонн в год).

Установление нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод производится с учетом нормативов качества воды поверхностных водных объектов.

Требования к установлению нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод определяются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод разрабатываются водопользователями и устанавливаются территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны

окружающей среды Республики Беларусь в разрешениях на специальное водопользование, комплексных природоохранных разрешениях.

В случае, если в процессе проведения реконструкции, модернизации, капитального ремонта очистных сооружений сточных вод не обеспечивается достижение нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод, а также на период проведения пусконаладочных работ на таких сооружениях или выхода их на проектную мощность могут устанавливаться временные нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод.

Временные нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод разрабатываются водопользователями и устанавливаются территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в разрешениях на специальное водопользование, комплексных природоохранных разрешениях на срок от 1 года до 3 лет.

Технологические нормативы водопользования.

Технологические нормативы водопользования состоят из:

- технологических нормативов водопотребления, которые представляют собой обоснованное расчетами количество воды с учетом ее качества, необходимое для производственного процесса, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов;
- технологических нормативов водоотведения, которые представляют собой обоснованное расчетами количество сточных вод установленного качества, образующихся в процессе производства, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов.

Технологические нормативы водопользования подразделяются на отраслевые и индивидуальные.

Отраслевые технологические нормативы водопользования представляют собой укрупненные нормы водопотребления и водоотведения, которые разрабатываются для определенной отрасли экономики в целях планирования и контроля потребления воды, а также сбрасываемых производственных сточных вод. Утверждаются соответствующими республиканскими органами государственного управления по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Индивидуальные технологические нормативы водопользования разрабатываются и утверждаются юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, осуществляющими производство продукции, использование сырья, материалов в процессе производства, связанного с водопотреблением и водоотведением, в случае отсутствия отраслевых

технологических нормативов водопользования или в целях уточнения объемов водопотребления, водоотведения для конкретного производства.

Сроки водопользования.

Водные объекты могут предоставляться в пользование на срок от 1 года до 25 лет, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь.

Водные объекты для осуществления специального водопользования предоставляются на срок, который указывается в разрешениях на специальное водопользование:

1) от 1 года до 3 лет – водопользователям при установлении временных нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод;

2) на 5 лет – иным водопользователям, за исключением случаев в пп. 1, 3 и 4;

3) от 5 до 10 лет – водопользователям, получающим комплексные природоохранные разрешения;

4) на 10 лет – водопользователям, осуществляющим только добычу (изъятие) вод.

Поверхностные водные объекты (их части) в обособленное водопользование для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны предоставляются на 25 лет. Предоставление поверхностных водных объектов на меньший срок может осуществляться только с согласия водопользователя, которому они предоставляются. Срок обособленного водопользования поверхностными водными объектами (их частями) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны указывается в государственном акте на право обособленного водопользования.

Срок обособленного водопользования прудами-копанями, расположенными в границах земельных участков, предоставленных в установленном порядке юридическим лицам, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям, и технологическими водными объектами определяется сроком пользования земельными участками, на которых они расположены.

Поверхностные водные объекты предоставляются в аренду для рыбоводства на срок от 5 до 25 лет. Срок аренды поверхностных водных объектов для рыбоводства устанавливается в договоре аренды.

3.7. Основные направления охраны водных ресурсов

Системная организация природоохранной деятельности является обязательным условием устойчивого социально-экономического развития страны, обеспечения ее экологической безопасности и служит гарантом результативности в природоохранной сфере.

В целях реализации задач «Декларации тысячелетия» ООН, Протокола о воде и здоровье к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер Минприроды Республики Беларусь утверждена Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 г., определяющая основные проблемы и задачи в области использования и охраны вод, которые необходимо решать с учетом особенностей предстоящего этапа социально-экономического развития страны.

В результате проводимой государственной политики в области использования и охраны вод, а также в связи с переходом на применение наилучших доступных технических методов за последние 15 лет сократились объемы добычи (изъятия) вод на 23 %.

Наблюдается устойчивая тенденция к сокращению удельного водопотребления на душу населения с 214 до 137 л/сут на человека, а также объемов использования воды на производственные нужды на 393 млн м³ (50 %).

Сокращению объемов использования воды на производственные нужды способствовало внедрение приборного учета вод. В настоящее время приборным учетом по добыче (изъятию) вод охвачено 100 % объектов промышленности и 96 % сельскохозяйственных организаций. Эти показатели достигнуты за счет проведения водопользователями мероприятий по увеличению объемов воды в системах оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения, что позволило, в целом по республике, достичь за последние 10 лет экономии воды до 93 % от объема ее использования.

3.8. Современные и уникальные технологии ликвидации последствий образования гигантских нефтяных пятен в Мировом океане

Методы обнаружения нефтяных загрязнений.

Нефтяное загрязнение морской поверхности обнаруживается на космических снимках благодаря тому, что нефтяная пленка сдерживает волнение и вызывает появление сликов.

Слики (от англ. *slick* – гладкий, блестящий) – это гладкие зеркальные полосы или пятна на поверхности океанов, морей или внутренних водоемов, которые имеют на радиолокационных изображениях практически черный цвет. При легком бризе они могут иметь вид пятен, а при ветре более 5 м/с разбиваются на узкие полосы. Основная причина появления сликов – пленки различных органических соединений, в том числе поверхностно-активных веществ (ПАВ). Источниками органического вещества в океане являются животные и растения, а также естественные источники сырой нефти. Вещества биогенного происхождения образуют на поверхности моря пленки в несколько мономолекулярных слоев толщиной $10^{-7} \dots 10^{-6}$ см, скапливаясь в районах высокой биологической активности.

Биогенные пленки – результат жизнедеятельности морских организмов и растений, главным образом, фито- и зоопланктона, а также бактерий; они образуются в море при сложных биохимических реакциях в процессе жизнедеятельности и разложения морских организмов и не могут считаться загрязнениями в прямом смысле слова.

Длительность сохранения загрязнений. Органические пленки сохраняются в море при слабых ветрах в течение продолжительного времени и начинают разрушаться, когда скорость ветра превышает 6...7 м/с. После прекращения действия сильного ветра органические вещества снова выносятся на поверхность и образуют слики.

Особенности разлива нефти и ее продуктов ее переработки.

Разлившаяся в море нефть образует пленки различной толщины, т. к. нефть и продукты ее переработки представляют собой сложные смеси. Благодаря своим физико-химическим свойствам нефть может существовать в океане довольно долгое время в виде пленок, в эмульгированном виде или в виде агрегатов.

На распространение пленок по поверхности моря влияют два процесса: перенос (дрейф) под действием ветра, волн и течений и самопроизвольное растекание по поверхности. При сильном ветре пятно разрушается и в слое

ветрового перемешивания возникает нефтяная эмульсия (причем водная эмульсия со временем оседает на дно).

Пленки антропогенного происхождения на поверхности моря образуют не только нефть и продукты ее переработки, но и различные технические и бытовые масла, жирные кислоты и спирты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), содержащиеся в бытовых, промышленных и канализационных стоках.

В отличие от ПАВ/СПАВ, нефть никогда не растекается до мономолекулярных слоев, а ее пленки имеют большую толщину.

Классификация способов очистки водных ресурсов от нефти.

В настоящее время разработаны различные методы очистки и восстановления морских акваторий от разливов нефти, которые можно классифицировать следующим образом:

- механические (сбор нефти с поверхности воды различными приспособлениями);
- физико-химические (например, контролируемое сжигание, применение различных адсорбентов, диспергирование и эмульгирование);
- биологические (биоремедиационные).

Механические способы очистки.

Для механизированного способа сбора нефти с водной поверхности применяют различные суда и устройства, специально оборудованные боновыми заграждениями, нефтеоткачивающими насосами и другими приспособлениями.

Боновые (плавучие) заграждения имеют различные модификации (постоянной плавучести, надувные, приливные, всплывающие и др.), изготавливаются из специальной ткани, обладающей высокой прочностью и стойкостью к воздействию нефтяных углеводородов, и служат для ограничения распространения нефтяной пленки по поверхности воды.

В крупных морских и речных портах располагаются экологические службы, которые комплектуются нефте-, мусоросборщиками, предназначенными в основном для удаления нефтяных загрязнений с большой площадью разлива.

Главным недостатком данного способа является невозможность удаления тонкой нефтяной пленки с водной поверхности.

Физико-химические способы очистки водной поверхности.

Применение физико-химических методов основано на использовании различных сорбентов, например, торфяной бертинат – обезвоженный торф, аэросил – пирогенная двуокись кремния (SiO_2), сорбент на основе бутадиенстирольного каучука в виде крошки и др.

Наиболее предпочтительно использование углеродных сорбентов, в особенности углематериалов высокой пористости, которая достигается специальной обработкой углей: гидрофобный вспученный перлит, угольные адсорбенты, полученные в процессе окисления полукоксованием каменных углей, карбонизированный уголь, терморасширенный графит.

Применение находят синтетические сорбенты, изготавливаемые из полипропиленовых волокон, формируемых в нетканые рулонные материалы различной толщины. Кроме того, используют полиуретан в губчатом или гранулированном виде, формованный полиэтилен с полимерными наполнителями и другие виды пластиков.

В качестве сорбентов широко применяют пористые материалы: золу, коксовую мелочь, торф, силикагели, алюмогели, активные глины и др. Наибольший интерес вызывают сорбенты, являющиеся отходами различных производств. При их использовании в качестве сорбентов решаются сразу две задачи: очистка загрязненной воды и утилизация отходов.

В качестве поглотителей нефтепродуктов могут быть использованы отходы деревообрабатывающей и целлюлозной промышленности, такие как древесные опилки и гидролизный лигнин, растительные отходы льняной костры, модифицированные химическим путем, рисовой шелухи и гречихи, карбонизированной подсолнечной лузги, лузги пшеницы высокочастотной плазменной модификации, высушенный жом сахарной свеклы, стержней кукурузных початков, обработанных сжиженной углекислотой.

Известны способы получения ферромагнитного сорбента для сбора нефти с водной поверхности на основе крупнотоннажных отходов производства неорганических веществ.

Биологические (биоремедиационные) способы очистки.

К биологическим способам очистки поверхности морских вод относят использование биопрепаратов на основе различных видов микроорганизмов, или биоремедиацию (*bio* – жизнь, *remedio* – лечение). Данный метод основан на внедрении в загрязненный водный объект активных микроорганизмов-деструкторов, что позволяет не только проводить эффективную очистку от нефтяных загрязнений, но и стимулировать восстановление естественных процессов самоочищения экосистемы.

Для биоремедиации водной среды используются концентрированные биологические препараты, основу которых составляют специально подобранные углеводородокисляющие микроорганизмы (бактерии), ферменты и биосурфактанты (поверхностно-активные вещества), способные ускорять процессы естественного разложения органического загрязнения за счет

быстрого расщепления органических молекул, существенно облегчая тем самым усвоение бактериями загрязняющего вещества.

Биоремедиация считается одной из самых важных экологически чистых и экономически эффективных технологий для морской экологической очистки, которая приводит к полному разложению сложных нефтяных углеводородов нефти в процессе микробного метаболизма на более простые нетоксичные соединения (углекислый газ и воду), которые вновь принимают участие в биогеохимическом цикле биогенных элементов в природе.

Микробиологические способы очистки водной среды от нефтяного загрязнения включают также использование биопрепаратов на основе монокультур микроорганизмов, микробных сообществ (консорциумы и ассоциации), генетически модифицированных штаммов микроорганизмов. В составе биопрепаратов могут присутствовать различные добавки-стимуляторы (крахмал, кукурузный экстракт, кормовые дрожжи, глюкоза, ферменты, удобрения) или иммобилизаторы.

Для увеличения эффективности очистки нефтезагрязненных вод используется также иммобилизация микроорганизмов на поверхности носителя с включением их в гранулы гелей.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные направления использования водных ресурсов в мире и Республике Беларусь.
2. Сущность проблемы дефицита пресной воды в мире.
3. Проблема роста потребления воды в жилищно-коммунальном хозяйстве.
4. Роль оборотно-повторного водоснабжения.
5. Источники загрязнения водоемов и их оценка.
6. Роль техногенных катастроф в загрязнении вод Мирового океана.
7. Оценка состояния и нормирования качества воды.
8. Основные направления охраны водных ресурсов.
9. Современные и уникальные технологии ликвидации последствий образования гигантских нефтяных пятен в Мировом океане.

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

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

Важнейшими составляющими среды обитания человека являются ресурсы растительного и животного мира. Человек неразрывно связан с живой природой. Кажущаяся его нынешняя самостоятельность, изолированность от природы на самом деле лишь следствие того, что человек в процессе эволюции вышел за пределы ее ресурсного цикла. Человек же без природы погибнет. Именно в этом значение природных биологических ресурсов.

Биологические ресурсы – это природные источники получения необходимых человеку материальных благ (пищи, сырья для промышленности, материала для селекции культурных растений, сельскохозяйственных животных, микроорганизмов, для рекреационного использования). Это – растения, животные, грибы, водоросли, бактерии, а также их совокупности – сообщества и экосистемы (леса, луга, водные экосистемы, болота и др.). К биологическим ресурсам относятся также организмы, окультуренные человеком: культурные растения, домашние животные, используемые в промышленности и сельском хозяйстве штаммы бактерий и грибов.

За счет способности организмов размножаться все биологические ресурсы являются возобновимыми, однако человек должен поддерживать условия, при которых возобновимость этих ресурсов будет осуществляться. Истощение биологических ресурсов может привести к массовому голоду и другим непредсказуемым последствиям. При современной системе использования биологических ресурсов значительной их части угрожает уничтожение. Для поддержания стабильности биологических ресурсов необходима достаточно высокоразвитая база их воспроизводства.

Сохранение биологических ресурсов – важнейшая задача современности.

Всемирный фонд дикой природы в своих заключениях делает вывод о том, что с 1966 г. природный биологический ресурс на Земле сократился в 2 раза.

Проблема сохранения биологического разнообразия (биоразнообразия) и устойчивого (неистощительного) использования природных биологических

ресурсов вынуждают людей всех стран совместно искать пути предотвращения обеднения природных экосистем, частью которых мы все тоже являемся.

На конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992) представителями 179 государств была принята Конвенция по биоразнообразию.

В Конвенции по биоразнообразию в качестве важнейших поставлены следующие задачи:

- сохранение биоразнообразия;
- устойчивое использование его компонентов;
- справедливое и равноправное получение выгод, возникающих в результате использования генетических ресурсов.

Республика Беларусь подписала и ратифицировала указанную конвенцию. В соответствии с ней разработана Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия. Данный документ является основополагающим руководством в осуществлении практических шагов по пути сохранения биологического разнообразия нашей страны в интересах настоящего и будущего поколений. В соответствии с его требованиями в Республике Беларусь постоянно совершенствуется природоохранное законодательство.

Природные биологические ресурсы Беларуси.

Естественный растительный покров Беларуси занимает около 67 % территории республики и представлен лесными, луговыми и болотными сообществами. Всего в современной флоре Беларуси, по последним данным, насчитывается около 12 тыс. видов растений и грибов.

Природная флора является ценным источником пищевого, лекарственного и технического сырья. Свыше 500 видов растений обладают полезными свойствами и используются в народном хозяйстве.

Лесные ресурсы – один из важнейших видов биологических ресурсов. Они включают стволовые запасы древесины, разнообразные недревесные ресурсы: технические (пробку и др.), кормовые, охотничье-промысловые, пищевые (грибы, плоды, ягоды, орехи и т. д.), лекарственные растения. Их принято рассматривать вместе с занимаемыми ими землями.

Лес рассматривается как совокупность земли, древесной, травяной кустарниковой растительности микроорганизмов и других компонентов окружающей среды. Он является источником древесины, выполняет экологические, рекреационные и оздоровительные функции. В лесах Беларуси произрастают в основном ценные породы деревьев: сосна, ель, дуб, береза, осина, ольха.

Ресурсы животного мира используются в промышленности, включены в экономические сферы материального производства: для получения топливно-энергетических ресурсов (птичий помет); ресурсов для производства средств производства (растительные отходы, рыбные отходы); ресурсов для производства предметов потребления (шкуры, шерсть животных); в сельском хозяйстве; для растениеводства; для животноводства (промысловые животные); в непроизводственных сферах; ресурсы прямого потребления (промысловые животные), ресурсы косвенного потребления (дичь и рыба для спортивной охоты, рыбной ловли, животные как средство передвижения).

4.2. Исчерпаемость, ограниченность и незаменимость земельных ресурсов

Земельные ресурсы и их важнейший компонент – почвы являются основным природным и национальным богатством Беларуси, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране.

Специфическая особенность земли заключается в ее многофункциональности. Земля является всеобщим материальным условием производства, служит пространством для размещения отраслей хозяйственного комплекса, поселений, инфраструктуры, выступает составной и неотъемлемой частью природных систем. Сохранение почвы и ее рациональное использование – одно из приоритетных направлений природоохранной политики.

Земельный фонд Республики Беларусь включает все земельные ресурсы страны. Площадь страны составляет 20 760 тыс. га. В Европе по данному показателю Беларусь занимает 12–13 место, следовательно, большинство европейских государств обладают гораздо меньшими земельными ресурсами.

По целевому назначению единый земельный фонд подразделяется на шесть основных категорий:

- 1) земли сельскохозяйственного назначения;
- 2) земли населенных пунктов;
- 3) земли промышленности, транспорта, курортов, заповедников и иного несельскохозяйственного назначения;
- 4) земли лесного фонда;
- 5) земли водного фонда;
- 6) земли государственного запаса.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О праве собственности на землю» (1993 г.) в стране получили признание две формы собственности на землю: государственная и частная.

Динамика сокращения земельных ресурсов.

Почва является невозобновляемым ресурсом для человечества, который образовался в результате сложных почвообразовательных процессов на протяжении миллионов лет истории Земли. Максимальное сохранение этого ресурса – важнейшая задача современности как в мире, так и в Республике Беларусь.

В последние годы в Беларуси отмечается тенденция сокращения площадей сельскохозяйственных земель под производство растениеводческой продукции. Это обусловлено исключением из оборота радиационно опасных земель, отводами для различных видов строительства и промышленности, для совершенствования дорожного сообщения между населенными пунктами, передачей земель для общего пользования населенных пунктов, для проведения мелиоративного строительства, природоохранных целей, для площадок утилизации различных отходов, а также зарастанием обычно небольших по площади сенокосов и пастбищ кустарниками и мелколесьем, крайне низкими объемами мелиорации и другими причинами.

В стране сокращается площадь сельскохозяйственных земель. Они выводятся из севооборотов и зарастают лесами. Такой вывод можно сделать из статистического обзора, подготовленного Белстатом Республики Беларусь ко Дню охраны окружающей среды Беларуси и Всемирному дню окружающей среды. Если в 2010 г. сельскохозяйственные земли в нашей республике занимали 42,9 % всей территории, то к 2018 г. они сократились до 40,8 %. Такая же тенденция прослеживается и с землями, занимаемыми болотами и водными объектами, хотя общеизвестно, что именно эти объекты являются легкими планеты, перерабатывающими углекислый газ. Если в 2010 г. они составляли 6,5 % территории страны, то в 2018 г. – 6,1 %.

В Беларуси увеличивается площадь земель, занимаемых лесами. В 2010 г. они составляли 41,3 %, а в 2018 г. – 42,3 % всех земельных ресурсов страны.

Отмечается рост с 9,4 % до 10,8 % территории «прочих земель», т. е. выведенных из рационального использования земельных ресурсов под различными предлогами.

Структура земельного фонда Республики Беларусь.

В структуре земельного фонда Республики Беларусь наибольшую площадь занимают (по состоянию на конец 2018 г.):

- сельскохозяйственные земли – 8502 тыс. га (40,9 %);
- лесные и прочие лесопокрытые земли – 8774 тыс. га (42,3 %);
- земли, находящиеся под болотами и водными объектами, – 1273 тыс. га (6,1 %);
- прочие земли – 2212 тыс. га (10,7 %):
 - а) земли населенных пунктов – 1,8 %;
 - б) промышленности, транспорта и иного назначения – 4,1 %;
 - в) нарушенные и прочие земли – 4,1 %;
 - г) в том числе бывшие сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами, переведенные в несельскохозяйственные земли – 1,3 %.

В республике действуют следующие программные документы по совершенствованию землепользования в стране:

- Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг., утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 15.12.2016 № 466 (в редакции от 30.11.2017 г.);
- Национальный план действий по предотвращению деградации земель (включая почвы) на 2016–2020 гг., утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 апреля 2015 г. № 361 «О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы)»;
- Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., одобренная Национальной комиссией по устойчивому развитию Республики Беларусь и Президиумом Совета Министров Республики Беларусь.

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г.

Для устойчивого использования земельных ресурсов потребуются:

- разработка Концепции государственной политики в области использования и охраны земель до 2030 г. и Государственной программы повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов;
- модернизация и развитие земельно-информационной системы на основе диверсификации решаемых задач, использования современных технологий сбора, обработки, хранения и предоставления данных;
- создание отечественного профиля базовой модели земельного администрирования ISO 19152:2012 *Географическая информация – модель предметной области для управления недвижимостью (LADM)*;
- развитие национальной инфраструктуры пространственных данных с учетом опыта по реализации директивы Европарламента и Совета Европы 2007/2/ЕС от 14 марта 2007 г. «О создании инфраструктуры пространственных данных в Европейском сообществе» (INSPIRE);

- развитие электронного правительства, предоставляющего услуги по административным процедурам, связанным со строительной и иной деятельностью на земле (получение разрешений на строительство, прием объектов в эксплуатацию, предоставление разрешений на раскопки и др.);

- развитие электронных административных регламентов и инструментов общественных обсуждений решений, принимаемых местными исполнительными комитетами по вопросам землепользования, землевладения и градостроительства;

- совершенствование порядка формирования единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним государственного земельного кадастра в части перехода от спорадического подхода к смешанной стратегии формирования земельных участков;

- совершенствование государственного кадастрового учета земель в части упрощения классификации земель по видам с учетом международного опыта, включая правовое закрепление органических видов сельскохозяйственных земель;

- совершенствование кадастровой оценки сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, земель лесного фонда в части приведения методик и результатов их оценки в соответствие со стандартами Республики Беларусь в области оценки земельных участков;

- развитие единой системы социально-экономического и территориального планирования в рамках административно-территориальных и территориальных единиц различного уровня;

- экологизация землепользования и землевладения, улучшение организации и устройства территорий сельскохозяйственных организаций;

- оптимизация площади земель под застройкой, дорогами и иными транспортными коммуникациями с соблюдением принципов компактности и сбалансированности городских территорий, ступенчатого развития социальной инфраструктуры городов;

- создание эффективной системы государственного контроля за использованием и охраной земель на основе использования данных дистанционного зондирования земли, географических информационных систем и краудсорсинговых ИТ-технологий;

- создание действенной системы учета режимов охраны и использования природных территорий (в том числе с использованием ГИС-технологий), подлежащих особой и (или) специальной охране (особо охраняемых природных территорий и их охранных зон, водоохраных зон и

прибрежных полос водных объектов, типичных и редких природных ландшафтов и биотопов, мест обитания диких животных и мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь и др.);

– совершенствование нормативной правовой базы в области охраны и использования земель, включая разработку Законов Республики Беларусь «Об охране земель (почв)», «О едином территориальном планировании», Указа Президента Республики Беларусь «О едином классификаторе экологических требований и ограничений землепользования» и др.

Цели Национальной стратегии развития Республики Беларусь до 2030 г. по использованию земельных ресурсов.

1. Экологическая безопасность и благоприятная окружающая среда.
2. Рациональное использование природно-ресурсного потенциала.
3. Сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия.
4. Эффективное обращение с отходами.
5. В отношении сельского хозяйства – формирование конкурентоспособного на мировом рынке и экологически безопасного производства сельскохозяйственных продуктов, необходимых для поддержания достигнутого уровня продовольственной безопасности, обеспечения полноценного питания и здорового образа жизни населения при сохранении плодородия почв.
6. В отношении лесного хозяйства – обеспечение устойчивого, экономически эффективного, экологически ответственного и социально ориентированного лесопользования, базирующегося на принципах равномерности, комплексности, постоянства и неистощительности в интересах живущих и будущих поколений людей.
7. Формирование «зеленого» строительства, базирующегося на энергосбережении, внедрении экологических «зеленых» и ресурсосберегающих технологий, возобновляемых и альтернативных источниках энергии, современных местных строительных материалах, эффективных технологиях переработки отходов при минимизации отведения земель под строительство в населенных пунктах.

4.3. Эффективность плодородия почв, способы его повышения

Плодородие почвы – это способность почвы обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха для их роста и развития.

Основной количественной и качественной оценкой плодородия почв принято считать урожайность произрастающих на них культур.

Важной задачей улучшения функционирования земли как средства производства является повышение ее плодородия, увеличение продуктивности.

Принято выделять три основных вида плодородия:

1) естественное – это плодородие почвы в ее естественном (природном) состоянии, которое определяется свойствами, сформировавшимися в результате процесса почвообразования без вмешательства человека;

2) эффективное (фактическое) – это плодородие почвы на какой-либо момент времени, определяемое совокупностью естественных и приобретенных в результате деятельности человека свойств в конкретных технико-экономических (агротехнологических) условиях;

3) потенциальное – это плодородие, определяемое совокупностью естественных и созданных человеком свойств почвы, оптимальных для роста и развития растений. То есть это максимально реализованное эффективное плодородие или максимально достижимое на данной почве – эталон плодородия конкретной почвы.

Наиболее признанными способами повысить плодородие почвы являются:

- оптимизация севооборотов культур;
- внесение органических удобрений вместо минеральных;
- посев сидератов (зеленых удобрений);
- смешанная посадка растений;
- отдых для почвы;
- использование дождевых (калифорнийских) червей для производства биогумуса;
- проведение обеззараживания почвы.

Выбор предшественников в севообороте для овощных культур.

Лучшие предшественники томатов – цветная и ранняя капуста, огурцы, кабачки, тыква, зелень, морковь и сидераты. Допустимо сажать помидоры

после лука, чеснока, пряных трав, свеклы, капусты поздних и средних сортов. После остальных культур сажать на грядку томаты уже не стоит.

Лучшие предшественники капусты – огурец, кабачок, тыква и бобовые. А вот дальше идет разделение. Для поздних и средних сортов хороши ранний картофель и морковь, а раннюю и цветную капусту лучше посеять после сидератов и лука с чесноком.

Хорошие предшественники лука и чеснока (который выращивается не для зелени) – цветная и ранняя капуста, огурцы, кабачки, тыква, ранний картофель, горох, бобы, фасоль и сидераты.

Лучшие предшественники огурцов, кабачков, тыквы и других овощных культур – лук, чеснок, бобовые, кукуруза, ранняя и цветная капуста.

Хорошие предшественники гороха – любая капуста, ранний картофель, огурцы, кабачки, тыква и патиссоны.

Отличные предшественники моркови – капуста, картофель, зелень и пряности, огурцы, кабачки и сидераты.

Лучшие предшественники перца и баклажана – огурцы, лук, морковь, сидераты и т. п.

Хорошие предшественники свеклы – пряности и зелень, картофель, огурцы и т. п.

Лучшие предшественники картофеля – кабачки, чеснок, бобовые, сидераты и т. п.

Применение органических удобрений вместо минеральных.

Органические удобрения – это удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений. К ним относят навоз, компосты, торф, солому, зеленое удобрение, ил (сапропель), комплексные органические удобрения, промышленные и хозяйственные отходы и др.

Органические удобрения имеют следующие преимущества перед минеральными:

- улучшают качество продукции;
- содержат богатые макро- и микропитательные вещества для обогащения почвы;
- не загрязняют почву из-за экологически чистой функции. Излечивают почву, которая была сильно загрязнена химическими веществами, сельскохозяйственными химикатами и содержит тяжелые металлы;
- снижают потребность к химическим удобрениям и удобрению в капельном орошении;
- увеличивают водоудерживающий потенциал почвы. По этой причине количество орошения уменьшается;

- увеличивают аэрационную способность почвы и облегчают подготовку почвы к посадке;
- оказывают положительное влияние на развитие растения и ускоряют данный процесс;
- уменьшают риск эрозии. Не дают агрегации на поверхности почвы;
- предотвращают образование плотной почвы. Это предупреждает образование твердых слоев на поверхности почвы, что позволяет легко ее обрабатывать;
- предотвращают уменьшение микроорганизмов в почве и обеспечивают соответствующий уровень биологической стабилизации. Эти микроорганизмы увеличивают доступность питательных веществ в почве, что облегчает их использование растениями.

Отдых почвы.

Актуальная проблема современного агропромышленного комплекса (АПК) – это истощение почвы. Один из эффективных путей восстановления ее плодородия – использование севооборотов следующих видов: зерно-паровые, зерно-паропропашные, зерно-травяные, зерно-пропашные, травопольные, травяно-пропашные, сидеральные, зерно-травяно-пропашные (плодосеменные), пропашные. Они отличаются от традиционных применением элементов технологии «черных паров».

Черный пар – это поле севооборота, которое с весны до осени остается свободным от растительности и подвергается ряду профилактических работ с целью повысить плодородие земли и аккумулировать в ней влагу. Лучшим вариантом является использование посевов клевера и люцерны совместно с зерновыми культурами, а также использование их на следующий год под заготовку сена или сенажа для крупного рогатого скота и в качестве пастбищ.

Такой севооборот способствует пополнению и лучшему использованию питательных веществ почвы и удобрению, улучшению и поддержанию благоприятных физических и биологических свойств почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, предупреждению распространения сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижению пестицидной нагрузки на почву, растения и улучшению экологического состояния среды обитания, получению высококачественной продукции.

Особенно высокий эффект дает отдых почвы на ранее затопленных (поливом или разливом реки) черноземных почвах тяжелого механического состава (глей, выщелоченные черноземы).

4.4. Источники загрязнения земельных ресурсов

Загрязнение земель – это внесение химических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их разложению.

Самоочищение почв – это весьма медленный процесс. Токсичные вещества накапливаются, что способствует изменению химического состава почв, нарушению единства.

Источники загрязнений и мониторинг земель.

Основными источниками загрязнения земельных ресурсов Республики Беларусь являются:

- жилые дома и бытовые предприятия;
- промышленные предприятия;
- теплоэнергетика;
- транспорт;
- сельское хозяйство.

Мониторинг земель (почв), подверженных техногенному воздействию, представляет собой систему наблюдений за состоянием и изменением почвенного покрова под влиянием химических, механических, биологических и иных загрязнителей, которая обеспечивает сбор и обработку получаемой информации в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану земель.

Целью мониторинга химического загрязнения земель является получение достоверных данных о содержании загрязняющих веществ в почвах для оценки уровней и динамики загрязнения.

Мониторинг окружающей среды по химическому загрязнению земель проводится в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды по следующим направлениям:

- мониторинг почв населенных пунктов и промышленных зон;
- мониторинг загрязнения почв придорожных полос автодорог республики;
- мониторинг фонового загрязнения почв;
- мониторинг загрязнения почв сельскохозяйственных угодий остаточными количествами хлорорганических пестицидов.

Объектами мониторинга в Республике Беларусь являются 1792 пункта наблюдений на землях сельскохозяйственного назначения, населенных пунктах, промышленности и транспорта.

Особенности мониторинга отдельных объектов на территории Республики Беларусь.

Мониторинг почв населенных пунктов и промышленных зон проводится на территории 44 городов – областные центры, города с населением 50 и более тысяч человек, а также города с населением менее 50 тыс., в которых сосредоточены крупные промпредприятия (Кричев, Белоозерск, Новолукомль (и зоны влияния выбросов Белоозерской и Лукомской ГРЭС), Волковыск, Калинковичи, Лунинец, Костюковичи и др.). В общей сложности – 1494 пункта наблюдения.

Мониторинг загрязнения почв придорожных полос автодорог республики проводится на 23 почвенных профилях (92 пункта наблюдения) в зонах влияния автомобильных дорог республиканского значения с разной интенсивностью движения транспортных средств и продолжительностью эксплуатации дорог не менее 20 лет. Почвенные профили заложены на открытых ландшафтах (без зеленых защитных изгородей) в луговых биогеоценозах с равнинным рельефом и однородным почвенным покровом без выраженного микрорельефа перпендикулярно полотну автодороги. Отбор проб осуществляется на удалении в 5, 10, 25 и 75 м от полотна автодороги.

Мониторинг фонового загрязнения почв проводится на сети, включающей 90 пунктов наблюдения, распределенных по всей территории республики на достаточном удалении от источников загрязнения и в основном расположенных в луговых биогеоценозах с ненарушенным почвенным покровом.

Мониторинг загрязнения почв сельскохозяйственных угодий остаточными количествами хлорорганических пестицидов проводится на 116 пунктах наблюдения на пахотных землях сельскохозяйственного назначения в 29 районах всех областей республики.

Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 3–5 лет в зависимости от принадлежности и назначения земель и их функционального использования.

Перечень наблюдаемых загрязняющих веществ также определяется принадлежностью и назначением земель. Химико-аналитические испытания проводятся по 29 ингредиентам (общее содержание и подвижные формы тяжелых металлов, сульфаты, нитраты, нефтепродукты, хлорорганические пестициды и бензо(а)пирен).

4.5. Аварийное загрязнение почв нефтепродуктами

Экологические последствия аварий нефтепроводов.

Нефтепродукты – это товарная сырая нефть, прошедшая первичную подготовку на промысле, и продукты ее переработки, используемые в разных видах хозяйственной деятельности.

Загрязнение окружающей среды этими веществами обусловлено масштабами использования нефти во всем мире. Ежегодная мировая добыча сырой нефти составляет свыше 2,5 млрд т, причем спрос на нефть продолжает расти и увеличивается в год примерно на 8 %, соответственно, растет и добыча нефти – в среднем на 5 % в год. При добыче, транспортировке, переработке, использовании нефти и нефтепродуктов потери их составляют около 50 млн т в год.

Основные причины потери – аварии на нефтепромыслах, разрывы нефтепроводов.

Экологические последствия загрязнения ландшафта нефтью и нефтепродуктами зависят от свойств и нефти, и ландшафта. Нефть – смесь более чем 450 различных веществ, преимущественно углеводородов с различными молекулярными массами и разными свойствами. В жидких углеводородах растворены твердые и газообразные. В воде они практически нерастворимы.

Важной характеристикой влияния нефти и нефтепродуктов на почву является соотношение легких и тяжелых фракций.

Летучие фракции обладают повышенной токсичностью для обитателей почвы, но действие их кратковременно.

Тяжелые фракции нефти малоподвижны и могут создавать в почве устойчивый очаг загрязнения. Богатые смолами, асфальтенами, парафинами, компоненты нефти закупоривают поры и каналы почвы, играют роль цемента, связывающего почвенные частицы. Тем самым они нарушают влагообмен в почвах, изменяют их водно-физические свойства. Обволакивая корни растений, тяжелые фракции нефти снижают поступление к ним влаги.

4.6. Вещества, применяемые в сельском хозяйстве (пестициды, стимуляторы роста сельскохозяйственных растений и др.), их роль в патологии человека

Средства защиты растений.

Средства защиты растений делятся на два вида: химические и биологические. Они классифицируются по химическому составу, объектам применения, по характеру действия и способам проникновения во вредный организм.

Пестици́ды (от лат. *pestis* «зараза» + *caedo* «убивать») – химические средства, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, различными паразитами, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, эктопаразитами домашних животных, а также с переносчиками болезней.

По химическому составу пестициды делят на три основные группы:

1) неорганические соединения (соединения ртути, меди, серы, фтора, бария, бора, мышьяка);

2) органические соединения (хлорорганические, фосфорорганические, синтетические пиретроиды, нитрофенолы, производные тио- и дитиокарбаминовой кислот и т. д.);

3) биогенного происхождения, созданные из продуктов жизнедеятельности или самих бактерий, вирусов, грибов, растений (пиретрины, антибиотики).

По объектам применения пестициды подразделяют на:

- инсектициды – для борьбы с вредными насекомыми;
- акарициды – против клещей;
- нематициды – против нематод;
- родентициды – против грызунов;
- фунгициды (антисептики) – против грибов;
- антибиотики (антисептики, бактерициды) – против бактерий;
- гербициды – средства борьбы с сорной растительностью;
- арборициды – против сорной древесной растительности.

К пестицидам относят также регуляторы роста растений (ретарданты), используемые для борьбы с полеганием различных культур, для дефолиации (удаления листьев) и десикации (подсушивания растений на корню), чтобы облегчить уборку урожая.

По характеру действия пестициды делят на:

- контактные – убивающие вредный объект при контакте с ним;
- системные – проникающие в ткани и проводящую систему растений и убивающие вредный объект при питании на таком растении.

По способу проникновения в организм животных и человека:

- препараты контактного действия (через покровы тела);
- кишечного действия (при проглатывании) и фумиганты (при дыхании).

По гигиенической классификации пестициды делят на четыре группы:

- 1) сильнодействующие ядовитые вещества;
- 2) высокотоксичные;

- 3) среднетоксичные;
- 4) малотоксичные.

Средства защиты растений выпускаются в различных препаративных формах:

- дусты (Д) – порошки тонкого размола для опыливания или сухого протравливания, например, табачная пыль;
- смачивающиеся порошки (СП) – такие препараты при разбавлении водой дают устойчивые суспензии;
- гранулированные препараты (Г) – для протравливания почвы;
- растворы (Р);
- концентраты эмульсий (КЭ), дающие устойчивые эмульсии при растворении водой, и многие другие. Препаративная форма всегда указывается на упаковке препарата.

Применять пестициды можно методами: опрыскивания, опыливания, интоксикации самого растения, аэрозольного опрыскивания, фумигации (дымления), протравливания семян и почвы, отравленных приманок и антисептирования.

Воздействие пестицидов на окружающую среду и человека.

Пестициды отрицательно воздействуют на нервную и сердечно-сосудистую системы, могут вызывать раковые заболевания и даже смерть. По данным ВОЗ, ежегодно ими отравляются 500 тыс. человек, более 5 тыс. – со смертельным исходом.

Особенно опасны пестициды для детей. В районах массированного применения пестицидов общая заболеваемость детей до 6 лет (болезни кожи, пищеварительного тракта, органов дыхания, нарушение обмена веществ, отставание в физическом развитии) в 4,6 раза выше, чем в районах с наименьшей химизацией. За 25 лет в 300 раз увеличились случаи аллергических заболеваний.

Промышленностью выпускаются пестициды: гамма-изомер ГХЦГ (линдан), ДДТ-4,4' (дихлордифенилтрихлорэтан), ДДЭ-4,4' (дихлордифенилдихлорэтилен) и ДДД-4,4' (дихлордифенилдихлорэтан).

Гамма-изомер ГХЦГ (линдан) – это химический препарат (гексахлорциклогексан) для защиты растений от насекомых – вредителей сельскохозяйственных растений (инсектицид контактного, кишечного и фумигантного действия).

Гамма-изомер ГХЦГ (линдан), выделенный из смесового гексахлорана, может превращаться в окружающей среде в другие изомеры, главным образом в альфа- и бета-изомеры.

Так, альфа-изомер ГХЦГ является онкогеном для некоторых видов теплокровных животных и человека, а бета-изомер вызывает хроническую интоксикацию. Альфа-изомер обладает повышенной способностью к проникновению (транслокации) в растительные ткани культур.

Бета-изомер ГХЦГ сильнее остальных наиболее устойчив в почве и в иных средах. Растения, выращенные на почве с ним, эффективно его аккумулируют. Из растительных кормов бета-изомер может попасть в молоко коров и другие продукты и далее в пищу человека.

Токсичность обоих изомеров ГХЦГ усиливается их кумулятивной способностью – они накапливаются в жировых тканях животных и человека.

Минеральные удобрения.

Минеральные удобрения – неорганические соединения, содержащие необходимые для растений элементы питания в виде различных минеральных солей. Они обладают более широким спектром действия и оказывают на растения более быстрый положительный эффект, чем органические.

Основная задача всех видов удобрений – восполнить запас недостающих веществ в почве для роста культур с учетом вида и сорта, а также природно-климатических условий для повышения урожайности.

Различают простые и сложные удобрения:

– у простых имеется лишь один активный компонент (хлористый калий, суперфосфат, аммиачная селитра) и они обладают четко направленным воздействием на достижение конкретной цели;

– сложные являются более универсальными и способны справиться сразу с несколькими проблемами, например, обогатить почву множеством полезных веществ. Обычно представляют собой смеси различных минеральных веществ, например, калия, фосфора и азота (аммофосы и нитрофоски).

Нормы внесения. Существует более полусотни методов расчета годовых норм минеральных удобрений почвы. Самым простым методом является балансовый расчет при вынесении питательных веществ с заданным объемом основной и соответствующим количеством нетоварной части продукции.

Другой модификацией балансового метода предусматривается определение потребности в удобрениях только на запланированную прибавку урожая. Для проведения таких расчетов нужно знать урожайность культуры, которую обеспечивает на определенном поле естественное плодородие почвы. Также применяется балансовый метод с корректировкой нормы внесения минеральных удобрений макроэлементов запасами подвижных соединений питательных веществ в слое почвы 0...30 см с учетом коэффициентов использования из почвы и удобрений.

4.7. Проблема усиления рекреационной нагрузки на природные объекты

В процессе рекреационной деятельности происходит значительное антропогенное воздействие на природную среду. Избыточное рекреационное воздействие на природные ландшафты проявляется в их деградации, однако степень рекреационной деградации напрямую зависит от масштабов, характера и длительности воздействия рекреационной деятельности и индивидуальных особенностей (устойчивости) природных геосистем.

Чрезмерная посещаемость отдельных природных объектов, засорение природной среды, ее загрязнение деятельностью транспортных средств и объектов рекреационной инфраструктуры являются основными причинами деградации природы. На побережье морей чрезмерные рекреационные нагрузки, вызванные скученностью рекреационных объектов, – главная причина деградации приморских комплексов.

Массовое вытаптывание растений в окрестностях экологических троп природных заповедников, национальных природных и региональных ландшафтных парков является причиной обеднения в их пределах видового состава и численности особей вида.

Сброс неочищенных стоков рекреационных объектов в поверхностные воды является причиной ухудшения качества воды рек.

Атмосфера, загрязненная отработавшими газами автомобилей в местах парковки транспорта, ухудшает экологическую ситуацию в районах массового отдыха и оздоровления людей.

Метод экологического районирования территории.

Для выявления экологических последствий загрязнения и деградации окружающей среды широко используют метод экологического районирования территории. В результате обобщения информационных показателей выделяют определенные ареалы рекреационных территорий по степени сложности экологических ситуаций, что дает возможность хозяйствующим субъектам вносить соответствующие коррективы и изменения для предотвращения и ликвидации негативных экологических последствий.

Оценивая рекреационную нагрузку на природные ландшафты, в каждом ландшафтном районе выделяют три типа ландшафтов природных комплексов природно-заповедного фонда (ПЗФ): парковый, лесной, безлесный, согласно которым оценивается степень устойчивости и стадии деградации:

- парковый тип – памятники садово-паркового искусства, дендрологические парки, ботанические сады, зоологические парки, лесопарки, историко-мемориальные музеи, леса зеленых зон и т. п.;
- лесной тип – леса, кустарники, лесные прибрежные зоны;
- безлесный тип – степи, луга, долины, яйлы, пастбища, поляны, пойменные луга, овраги, балки, холмы и т. п.

4.8. Зоны, нормативы озеленения городских территорий и оздоровительная функция зеленых насаждений

Рекреационные зоны – это зоны массового отдыха людей. Их основное назначение – восстановление физических и моральных сил человека. Рекреационные зоны предназначены для организации мест отдыха населения и включают в себя парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи, иные объекты.

Нормативы озеленения городов Беларуси.

В нашей стране основные категории нормативов в области озеленения – это обеспеченность населения озелененными территориями (в квадратных метрах на человека) и уровень озелененности (в процентах). Они устанавливаются в технических нормативных правовых актах и применяются при разработке градостроительных и строительных проектов.

Сегодня минимальные нормативы обеспеченности населения озелененными территориями в Беларуси (в зависимости от численности жителей города – до 20 тыс. и свыше 1 млн человек) составляют от 8 до 17 м²/чел. Таких территорий общего пользования от 9 до 20 м²/чел. – в жилой застройке соответственно. Нижний порог уровня озелененности – 40 % площади застроенной части города и 25 % площади жилой застройки.

В других странах Европы подходы к определению этих показателей разные. В Москве, согласно нормативной документации, озелененные территории участков различной застройки, в том числе жилой, должны занимать 40 %...60 % площади. В Париже норма зеленых насаждений – от 3 до 14 м²/чел. в зависимости от района.

В 2015 г. для 20 городов Европы проведено исследование «Управление городскими озелененными территориями в некоторых городах Европейского союза». По его результатам показатели обеспеченности населения такими территориями находятся в диапазоне от 3 м²/чел. в Барселоне (Испания) до 36 м²/чел. в Познани (Польша).

В генеральных планах Минска и областных центров специалисты обозначили перспективный уровень озелененности. Для столицы это

от 30 % до 55 % – в высокоплотной и смешанной многоквартирной застройке, от 30 % до 70 % – в усадебной застройке (до 2030 г.); для Бреста – 45,0 % (до 2030 г.), Витебска – 43,0 % (до 2025 г.), Гомеля – 41,0 % (до 2025 г.), Гродно – 40,3 % (до 2030 г.), Могилева – 41,0 % (до 2025 г.).

4.9. Биоиндикация как метод

Виды биоиндикаторов в Беларуси.

Определение качества среды с помощью биоиндикаторов, установление биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ называется биоиндикацией. Она представляет собой метод определения степени загрязнения природной среды с помощью живых организмов (или природных сообществ). Индикация экологических условий проводится на основе оценки изменения как видового разнообразия организмов той или иной местности, так и их химического состава. Например, оценка состояния окружающей среды по изменению количества видов связана с тем, что наиболее чувствительные к тем или иным загрязняющим веществам виды растений и животных исчезают из биоценоза (майский жук, лишайники в промышленных центрах) либо, наоборот, увеличивают свою численность (сине-зеленые водоросли, при поступлении в водоемы загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий).

Функции индикатора выполняет тот вид, который имеет узкую амплитуду экологической толерантности по отношению к какому-либо фактору. Большинство индикаторами являются растения – организмы, не способные к активному перемещению. Если в лесу на стволах деревьев обильны лишайники, значит, в воздухе почти нет вредных примесей, особенно сернистого газа. При наличии сернистого газа лишайники исчезают.

По флористическому составу можно установить качество почв и их физико-химические свойства, характер местных климатических условий, наличие в среде тех или иных химических элементов, влияние биотических факторов и различных форм деятельности человека на природу.

Изучение комплекса сапротельных организмов позволяет определять степень загрязнения воды. Только в чистой воде встречаются некоторые мхи, личинки ручейников. А вот серные бактерии, личинки хирономид обитают лишь в сильно загрязненных водоемах. В слабозагрязненных водах живут многие насекомые, зеленые одноклеточные водоросли, ракообразные. Видовое разнообразие и высокая численность или, наоборот, отсутствие стрекоз на берегу водоема говорят о его фаунистическом составе: много стрекоз – фауна богата, мало – водная фауна обеднена.

Вопросы для самоконтроля

1. Эколого-экономическое и санитарно-гигиеническое значение биологических ресурсов.
2. Природные биологические ресурсы Беларуси.
3. Исчерпаемость, ограниченность и незаменимость земельных ресурсов.
4. Структура земельного фонда Республики Беларусь.
5. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г.
6. Основные источники загрязнения земельных ресурсов Республики Беларусь.
7. Особенности мониторинга отдельных объектов на территории Республики Беларусь.
8. Экологические последствия аварий нефтепроводов.
9. Средства защиты растений.
10. Воздействие пестицидов на окружающую среду и человека.
11. Минеральные удобрения.
12. Проблема усиления рекреационной нагрузки на природные объекты.
13. Метод экологического районирования территории.
14. Нормативы озеленения городов Беларуси.
15. Виды биоиндикаторов в Беларуси.
16. Назовите основные группы средств химической защиты растений и их препаративные формы.
17. Какие физические свойства почвы определяют ее плодородие?
18. В результате каких процессов происходит падение почвенного плодородия?
19. Как происходит и какие последствия имеет водная эрозия почвы?
20. Как происходит и какие последствия имеет ветровая эрозия почвы?
21. Какие методы применяют для предупреждения эрозии почв?

5. САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

5.1. Здоровье населения и окружающая среда

В формировании здоровья важна роль генетических факторов, заложенных природой и переданных от родителей: матери и отца. Однако генетическая программа, получаемая человеком, обеспечивает его развитие при наличии определенных условий окружающей среды.

Каждый организм находится в многообразных взаимных связях с факторами окружающей среды, как абиотическими (геофизическими, геохимическими), так и биотическими (живыми организмами того же и других видов).

Организм человека во многом связан с остальными компонентами биосферы – растениями, насекомыми, микроорганизмами и т. д., т. е. его сложный организм входит в общий круговорот веществ и подчиняется его законам.

Непрерывный приток атмосферного кислорода, питьевой воды, пищи абсолютно необходим для существования и биологической деятельности человека.

Человеческий организм подчинен суточным и сезонным ритмам, реагирует на сезонные изменения температуры окружающей среды, интенсивности солнечного излучения и т. п.

Вместе с тем человек является частью особой социальной среды – общества. Человек – существо не только биологическое, но и социальное. Очевидная социальная основа существования человека как элемента общественной структуры является ведущей, влияющей на его биологические способы существования и отправления физиологических функций.

Оценка взаимодействия человека и биосферы.

Развитие человеческой цивилизации привело к нарушению нормального функционирования биосферы, к глобальным и локальным изменениям состояния природной среды.

Границы техносферы неуклонно расширяются: вниз по мере углубления и увеличения количества шахт, скважин, тоннелей, строительства метрополитенов и прочих подземных объектов и вверх по мере освоения воздушного и околоземного космического пространства.

Отрицательное влияние человека на природную среду достигло такой степени, при которой дальнейший рост антропогенной нагрузки на экосистемы уже не возможен без серьезных последствий для обеих сторон.

Сегодня наиболее опасны для человека:

- выбросы в атмосферу большого количества парниковых газов;
- возрастание объемов использования и количества опасных для здоровья человека и биоты в целом химических веществ (токсикантов, мутагенов и канцерогенов);
- значительное «закисление» окружающей среды;
- неконтролируемая и стремительная урбанизация природных комплексов (особенно опасная в прибрежных районах);
- крупномасштабное и нерациональное использование природных ресурсов (лесов, земель, пресных вод и др.), превосходящее способность природы к их восстановлению и воспроизводству.

Классификация основных факторов обеспечения здоровья человека.

Эксперты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) определили ориентировочное соотношение различных факторов обеспечения здоровья современного человека, выделив в качестве основных четыре производные:

1) генетические факторы – 15 %...20 % (20 %): здоровая наследственность, отсутствие морфофункциональных предпосылок возникновения заболеваний; наследственные заболевания и нарушения, наследственная предрасположенность к заболеваниям;

2) состояние окружающей среды – 20 %...25 % (20 %): бытовые и производственные условия, климатические и природные условия, экологически благоприятная среда обитания;

3) медицинское обеспечение – 10 %...15 % (7 %...8 %): медицинский скрининг, уровень профилактических мероприятий, своевременная и полноценная медицинская помощь, уровень первичной профилактики, качество медицинского обслуживания, уровень профилактических мероприятий;

4) условия и образ жизни людей – 50 %...55 % (53 %...52 %): рациональная организация жизнедеятельности, образ жизни, адекватная двигательная активность, социальный и психологический комфорт, полноценное и рациональное питание, отсутствие вредных привычек, валеологическое образование и пр.

Эти выводы были принципиально подтверждены экспертами Минздрава и Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь применительно к нашей стране (в скобках данные ВОЗ по нашей стране).

5.2. Основные показатели заболеваемости населения как индикатор санитарного состояния природной среды

Заболеваемость – это медико-статистический показатель, определяющий число заболеваний, впервые зарегистрированных за календарный год среди населения, проживающего на какой-то конкретной территории. Является одним из критериев оценки здоровья населения.

Оценка заболеваемости населения проводится на основании «Временного перечня показателей социально-гигиенического мониторинга», действующего в настоящее время.

Заболеваемость населения оценивается по следующим показателям:

- по всей совокупности болезней и по отдельным группам и классам;
- по отдельным территориям и по отдельным объектам;
- по терапевтическим участкам;
- применительно к отдельным группам населения (взрослые, дети, подростки, мужчины, женщины и др.);
- с учетом длительности проживания в данном регионе.

Для получения достоверных данных о состоянии здоровья численность каждой из наблюдаемых групп должна охватывать не менее 25 тыс. человек, что примерно соответствует количеству населения, обслуживаемого одним лечебно-профилактическим учреждением.

Реестр ВОЗ для оценки заболеваний населения.

Показатели, включенные во временный перечень, не могут дать полную картину состояния здоровья населения в связи с тем или иным загрязнением окружающей среды в изучаемом регионе, городе или другом населенном пункте. Поэтому разработаны критерии для отдельных регионов с учетом экологических опасностей.

ВОЗ предложила реестр, в котором представлены заболевания в порядке убывания их в зависимости от экологических условий:

- онкология;
- врожденные пороки развития;
- заболевания верхних дыхательных путей;
- болезни кожи;
- заболевания желчно-выводящих протоков;
- заболевания эндокринной, нервной и сердечно-сосудистой систем.

Экологический индикатор – это фрагмент информации об экосистеме, используемый для исследования ее состояния и изучения влияния деятельности человека на данную экосистему.

Индикаторы оценки заболеваемости населения.

Заболеваемость населения показывает уровень, частоту, распространенность всех болезней вместе взятых и каждой в отдельности среди населения в целом и его отдельных группах по возрасту, полу, профессии и т. д.

Различают: собственно заболеваемость – вновь возникшее заболевание в данном году; распространенность заболевания (болезненность) – заболевания, вновь возникшие в данном году и перешедшие из предыдущего года на данный момент.

Существуют методы изучения заболеваемости по данным обращаемости, по данным медицинских осмотров и причинам смерти. Показатели заболеваемости определяются соответствующей цифрой на 1000, 10 000 или 100 000 человек населения.

Виды заболеваемости следующие: общая заболеваемость, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, инфекционная заболеваемость и т. д. Кроме того, к основным медико-демографическим показателям здоровья относятся детская смертность, генетические нарушения, онкологические заболевания.

В качестве обобщенных показателей используют показатели нетрудоспособности вследствие заболевания. Их считают основными критериями для определения экономической эффективности здравоохранения.

В характеристике здоровья населения весьма важное место отводится показателю смертности. Его еще в СМИ часто называют «барометром» санитарного состояния общества. На основе показателей смертности населения по его отдельным возрастным группам разрабатываются демографические показатели средней продолжительности жизни, которые комплексно характеризуют изменения в общественном здоровье. Именно поэтому изменение средней продолжительности жизни относят к числу основных комплексных показателей здоровья.

Установлена корреляционная связь между показателями загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью населения. В промышленных центрах уровень заболеваемости органов дыхания в 1,5 раза превышает средние показатели, а заболевания кожи в 2 и более раза.

5.3. Классификация опасных производств

Опасный производственный объект – это производственный объект, при эксплуатации которого высок риск аварий или иных инцидентов (аварийные ситуации).

Авария – разрушение опасных производственных объектов и (или) потенциально опасных объектов, в том числе эксплуатируемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Инцидент – отказ в работе или повреждение потенциально опасных объектов, эксплуатируемых на опасном производственном объекте, технических устройств, эксплуатируемых на потенциально опасном объекте, разрушение технических устройств, эксплуатируемых на потенциально опасном объекте, отклонение от параметров, обеспечивающих безопасность ведения технологического процесса, не приводящие к аварии.

Согласно Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 5 января 2016 г. № 354 опасные производственные объекты подразделяются по степени опасности на три типа (по убыванию):

- 1) объект I типа опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;
- 2) объект II типа опасности – опасные производственные объекты высокой опасности;
- 3) объект III типа опасности – опасные производственные объекты средней опасности.

К опасным предприятиям относятся объекты, на которых используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С, а также опасные вещества.

Классификация опасных веществ.

К опасным производственным объектам относятся предприятия, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются или уничтожаются следующие опасные вещества:

– воспламеняющиеся – газы и легковоспламеняющиеся жидкости, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 °С или ниже;

– окисляющие – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

– горючие – жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

– взрывчатые – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на химическое превращение с выделением теплоты и образованием газов;

– токсические – вещества, способные при действии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

а) средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 до 200 мг/кг включительно;

б) средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 до 400 мг/кг включительно;

в) средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 до 2 мг/л включительно;

– высокотоксические – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

а) средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 мг/кг;

б) средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 мг/кг;

в) средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 мг/л;

– представляющие опасность для окружающей среды и имеющие показатели:

а) средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 ч не более 10 мг/л;

б) средняя концентрация яда, вызывающая воздействие на дафнии в течение 48 ч, не более 10 мг/л;

в) средняя концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 ч не более 10 мг/л.

Законодательство Республики Беларусь по промышленной безопасности опасных производств.

Под промышленной безопасностью опасных производственных объектов понимают состояние защищенности жизненно важных интересов человека и общества от последствий аварий и инцидентов.

Постановлением Совмина Республики Беларусь от 5 августа 2016 г. № 613 (в редакции от 25 мая 2018 г. № 396) утверждены следующие документы:

– Положение о порядке проведения идентификации опасных производственных объектов;

- Положение о порядке регистрации опасных производственных объектов;

- Положение о порядке ведения государственного реестра опасных производственных объектов.

Постановлением МЧС Республики Беларусь от 6 июля 2016 г. № 31 (в редакции от 26 апреля 2018 г. № 27) утверждены:

- Инструкция подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности;

- Инструкция о порядке создания и деятельности комиссий для проверки знаний по вопросам промышленной безопасности.

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в Госпромнадзоре Республики Беларусь, который осуществляет государственный контроль за деятельностью таких предприятий и организаций на территории страны.

Лицензирование в области промышленной безопасности предприятий осуществляется в соответствии с п. 6.2 приложения 1 к Положению о лицензировании отдельных видов деятельности, утвержденному Указом Президента Республики Беларусь от 1 сентября 2010 г. № 450 «О лицензировании отдельных видов деятельности» (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 20 октября 2016 г. № 379).

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- иметь лицензию на его эксплуатацию, зарегистрированную в Госпромнадзоре Республики Беларусь;

- иметь уполномоченное лицо или уполномоченный орган, осуществляющие производственный контроль за промышленной безопасностью;

- обеспечивать укомплектованность штата работающих в соответствии с установленными требованиями;

- допускать к работе лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;

- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работающих в области промышленной безопасности;

- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;

- обеспечивать необходимыми приборами и системами контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;

- обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности, а также осуществлять техническое диагностирование, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств в установленные сроки и по предъявлению предписания Госпромнадзора Республики Беларусь;
- обеспечивать выполнение требований промышленной безопасности к хранению опасных веществ;
- разрабатывать декларацию промышленной безопасности;
- приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию Госпромнадзора Республики Беларусь в случае аварии или инцидента;
- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварии на объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии;
- принимать участие в техническом расследовании причин аварии на объекте, принимать меры по устранению причин и профилактике подобных аварий и др.
- обучать работающих действиям в случае аварии или инцидента на объекте;
- создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии.

5.4. Бактериологическое загрязнение питьевой воды, способы ее обеззараживания и очищения

Оценка безопасности питьевой воды.

Безопасность питьевой воды определяется в Республике Беларусь по соответствию нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям согласно требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 к качеству воды.

При исследовании микробиологических показателей качества питьевой воды в каждой пробе проводится определение термотолерантных колиформных бактерий, общих колиформных бактерий, общего микробного числа и колифагов. При обнаружении в пробе питьевой воды термотолерантных колиформных бактерий и (или) общих колиформных бактерий, и (или) колифагов осуществляется их определение в повторно взятых в экстренном порядке (в течение суток) пробах воды. В таких случаях для выявления причин загрязнения одновременно проводится определение хлоридов, азота аммонийного, нитратов и нитритов. При обнаружении в повторно взятых

пробах воды общих колиформных бактерий в количестве более 2 в 100 мл и (или) термотолерантных колиформных бактерий, и (или) колифагов исследуются пробы воды для определения патогенных бактерий кишечной группы и (или) энтеровирусов.

Исследование питьевой воды на наличие патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов проводится также по эпидемиологическим показаниям по решению территориального органа Госсаннадзора.

Исследования воды на наличие патогенных микроорганизмов могут проводиться только в лабораториях, имеющих разрешение для работы с возбудителями соответствующей группы патогенности и лицензию на выполнение этих работ.

Способы обеззараживания воды.

Обеззараживание – завершающий этап процесса водоочистки.

Цель – подавление жизнедеятельности содержащихся в воде болезнетворных микробов.

По способу воздействия на микроорганизмы методы обеззараживания воды подразделяются на химические, или реагентные; физические, или безреагентные, и комбинированные.

Реагентное обеззараживание воды. Реагентный метод обеззараживания воды осуществляется путем добавления в воду сильных химических веществ, которые обладают окислительными свойствами. Среди таких веществ хлор, кислород, озон. Реагентное обеззараживание воды проходит в два этапа, на каждом этапе постепенно добавляется окислитель. Это может быть как один окислитель, так и сочетание, например, озона и хлора. Возможно совмещение и двух методов: реагентного и безреагентного, чтобы снизить дозу химических веществ.

Обеззараживание воды хлором. Хлор попадает в воду в виде газа, где вступает в реакцию с водой, из-за чего происходит гидролиз хлора и образовывается хлорноватистая кислота. Обеззараживание воды хлором происходит при низких температурах и высоком давлении. Поскольку хлор является сильным ядом, хранят его в емкостях с хорошей изоляцией. Сам же процесс хлорирования требует осторожности и особого внимания. Запах хлора в воде можно устранить, используя проточные фильтры с угольными картриджами.

Обеззараживание воды натрием. Обеззараживание воды натрием, а точнее его гипохлоритом, применяется в промышленных масштабах, когда расход воды очень большой, а хранить газообразный хлор нет возможности. Эффективность такого обеззараживания воды не меньше, чем при участии

обычного хлора. Гипохлорид натрия получают путем электролиза раствора поваренной соли. Этот процесс не вызывает никаких трудностей и является хорошей альтернативой хлорированию газообразным хлором. Он очень часто используется для обеззараживания сточных вод.

Озоновое обеззараживание воды. Озон – это один из самых мощных окислителей. Более того, озонирование – самый безопасный и чистый метод обеззараживания воды. Окисление загрязнителей озоном – самый эффективный способ обеззараживания сточных вод. Единственный недостаток заключается в скорости распада, поэтому иногда озон просто не успевает окислить все органические соединения. Из-за этого обеззараживание воды озоном чаще всего применяют не как отдельный процесс, а как дополнение к обработке хлором или гипохлоритом натрия.

Безреагентное обеззараживание воды. Безреагентное обеззараживание воды происходит за счет бактерицидного излучения, высокой температуры или ультразвука. Но, к сожалению, этот метод не может дать стопроцентной гарантии полного удаления вирусов и бактерий.

Бактерицидное обеззараживание воды. В специальных установках вода непрерывно облучается ультрафиолетовыми лучами. Скорость этого процесса очень высока, поэтому установка работает в бесперебойном режиме. Ультрафиолетовые лучи проникают сквозь стенки клетки и разрушают ее. На сегодняшний день ультрафиолет – самый распространенный метод безреагентного обеззараживания воды благодаря высокой эффективности и недорогой эксплуатации.

Ультразвуковое обеззараживание воды. Ультразвук механически повреждает стенки клетки, после чего она разрушается целиком. Он хорошо работает при высокой мутности, большом количестве растворенных веществ и микроорганизмов. Обеззараживание ультразвуком – это современный метод дезинфекции. Пока он еще не так сильно распространен, как ультрафиолет, но все больше ведутся разговоры о его перспективности.

Особенности применения отдельных методов очистки воды.

Механические методы – фильтрование, процеживание, отстаивание. Эти способы сравнительно недорогие и применяются в основном для выделения различных взвесей.

Химические методы очистки используются для нейтрализации всевозможных неорганических примесей. Сточные воды обесцвечиваются, обеззараживаются, проходят нейтрализацию растворенных соединений при помощи реагентов.

Физико-химические методы используются для нейтрализации в воде коллоидных примесей, растворенных соединений, очистки от грубо- и мелкодисперсионных частиц. От остальных методов отличаются высокой производительностью.

Биологические методы основаны на способности микроорганизмов подвергать разложению органические соединения. Используются для нейтрализации растворенных органических соединений.

Наиболее распространенные способы очистки воды.

Способов очистки воды известно много. Некоторые, такие традиционные как кипячение, вымораживание или отстаивание, используются человечеством с давних времен. Однако более технологичные и дорогостоящие способы очистки воды, такие как обезжелезивание, умягчение, адсорбация, мембранные способы и многие другие, – гораздо эффективнее и надежнее.

Мембранный способ заключается в том, что водный раствор пропускается через полупроницаемую перегородку, отверстия которой меньше размера частиц загрязнений. Этот способ лежит в основе высокоэффективных в очистке воды систем обратного осмоса.

Адсорбация – один из физико-химических способов очистки воды. Это процесс так называемого избирательного поглощения твердыми поглотителями, имеющими большую удельную поверхность, одного или нескольких компонентов из жидкой среды. Адсорбентами могут служить различные искусственные либо природные пористые материалы: активные глины, торф, зола, коксовая мелочь, силикагель, активированные угли и пр.

Обезжелезивание – это процесс удаления из воды железа. Есть несколько видов обезжелезивания воды, которые применяются в зависимости от того, какое именно железо содержится в воде: двух-, трехвалентное, органическое или бактериальное. Зачастую из воды также удаляется марганец, и процесс называется деманганизацией.

Умягчение – это процесс извлечения из воды солей жесткости (кальция и магния). Селективное удаление солей жесткости производится несколькими методами: реагентным умягчением, ионным обменом, при котором ионы загрязненного раствора меняются местами с ионами ионообменного материала, в качестве которого используются различные ионообменные смолы.

5.5. Особо опасные инфекции. Потенциальный риск эпидемий после стихийных бедствий, приоритетные меры профилактики

Опасность распространения инфекционных заболеваний человеком.

Особо опасными инфекциями называются заболевания инфекционной природы, представляющие чрезвычайную эпидемическую опасность для окружающих в условиях увеличения туристических поездок граждан Республики Беларусь в страны Африки, Азии, Америки и т. д.

Особо опасные инфекции появляются внезапно, распространяются молниеносно, охватывая значительную часть населения в кратчайшие сроки. Такие инфекции протекают с ярко выраженной клинической картиной, как правило, имеют тяжелое течение и высокую летальность.

На сегодняшний день ВОЗ в список особо опасных инфекций включено более 100 заболеваний.

Также установлен перечень карантинных инфекций: полиомиелит, чума (легочная форма), холера, желтая лихорадка, натуральная оспа, лихорадки Эбола и Марбург, грипп (новый подтип), острый респираторный синдром (ТАРС).

В странах с жарким климатом распространены особо опасные инфекционные заболевания, такие как холера, лихорадки Денге, Зика, желтая лихорадка, чума, малярия и ряд других.

Ежегодно в странах СНГ, в том числе и в Республике Беларусь, регистрируются завезенные случаи заболеваний малярией, тропическими гельминтозами.

Наиболее распространенные опасные эпидемические заболевания.

Чума – острое заразное заболевание. Заражение происходит через кожу либо в результате укуса блохи, либо при попадании палочек чумы в ранку при нарушении кожных покровов (разделка туш инфицированного животного, снятие шкуры). Наиболее частая форма чумы при заражении через кожу – бубонная. В этом случае возбудитель задерживается в ближайшем от места укуса лимфатическом узле, который воспаляется, становится заметным, болезненным. Припухлость лимфатического узла называется бубоном.

Туляремия – основные источники инфекции для человека – водяные крысы, ондатры, зайцы, полевки, домовая мышь. Заражение происходит при контакте с инфицированными грызунами (отлов, разделка туш, снятие шкурок) и водой, загрязненной выделениями грызунов. Возбудитель попадает в кровь человека через незащищенную кожу рук. На сельскохозяйственных работах – во время уборки урожая, при употреблении продуктов питания, к которым

прикасались больные туляремией мыши, а также недожаренного мяса. При использовании загрязненной воды из открытых водоемов (например, в колодец могли попасть больные животные). При укусах кровососущими членистоногими (комары, слепни, клещи).

Сибирская язва – острое инфекционное заболевание с преимущественно контактным механизмом передачи возбудителя инфекции, сопровождающееся лихорадкой и развитием специфического поражения кожи в виде серозно-геморрагического воспаления с некрозом, отека.

Заболеемость носит преимущественно профессиональный характер, единичные и групповые случаи регистрируются в сельской местности в летне-осенний период, но возможны в любое время года.

Источник инфекции – больные или павшие от сибирской язвы сельскохозяйственные животные. Инфекция передается через микротравмы, употребление продуктов, не прошедших термическую обработку, воздушно-пылевым путем, а также при укусах насекомыми (слепни).

Холера – острое инфекционное заболевание, сопровождающееся поражением тонкого кишечника с развитием поноса и рвоты. В результате происходит сильнейшее обезвоживание, влекущее за собой нарушение работы сердца, почек, печени. В случае неоказания медицинской помощи больному смерть наступает в течение нескольких часов.

Заражение происходит через воду, пищевые продукты, контакт с заболевшим человеком.

Натуральная оспа. Несмотря на прекращение передачи вируса оспы от человека к человеку и незначительную вероятность возврата оспы за счет инфицирования, например, в лаборатории или в случае биотерроризма, информация об этой инфекции должна циркулировать в обществе.

Возбудитель инфекции передается контактным, воздушно-капельным путем, от здоровых носителей, способен сохранять жизнеспособность на одежде и постельном белье.

Симптомы: общая интоксикация, характерные высыпания, покрывающие кожу и слизистые. Больные, перенесшие оспу, имеют частичную или полную потерю зрения и практически во всех случаях оставшиеся после язв рубцы.

Желтая лихорадка – это острое вирусное заболевание, передающееся комарами и характеризующееся тяжелыми изменениями со стороны крови, высокой температурой тела, поражением печени и почек.

При молниеносно протекающей форме болезни больной умирает через 3–4 дня. Осложнения заболевания – гангрена конечностей, мягких тканей; сепсис (в случае присоединения вторичной инфекции).

Общие признаки проявления особо опасных инфекций у человека:

- повышение температуры тела до 40 °С и выше;
- озноб, резкая головная боль;
- покраснение лица;
- тошнота, рвота, боли в животе;
- сыпь, кровоизлияния;
- кровотечения из внутренних органов;
- увеличение лимфоузлов.

Меры защиты человека от опасных инфекций:

– выезжая в страны, потенциально опасные по вероятности инфицирования особо опасными инфекциями, надо заранее уточнять у туроператоров, в территориальных отделах Минздрава Республики Беларусь об эпидемической ситуации в месте, куда планируется поездка, а также обратиться к врачу с целью проведения вакцинации перед выездом;

– находясь на отдыхе, нужно избегать посещения болотистых местностей, лесов и парков с густой растительностью. В случае, если такой возможности нет, следует надевать одежду, исключающую вероятность укусов насекомых, – с длинными рукавами, брюки, головной убор;

– в случае возникновения признаков инфекционного заболевания (недомогание, жар, головная боль), обнаружения следов укусов кровососущих насекомых, появления высыпаний или любых других кожных проявлений – немедленно обратиться к врачу.

5.6. Токсичные химические соединения, образующиеся при приготовлении пищи

Токсикация – болезненное состояние, обусловленное действием на организм экзогенных токсинов (микробных или вредных веществ).

Наибольшую опасность с точки зрения распространенности и токсичности имеют следующие компоненты пищи: токсичные элементы; нитраты, нитриты, нитрозоамины; гистамин; пестициды; антибиотики; радионуклиды; полициклические ароматические углеводороды (ПАУ); диоксины и диоксиноподобные соединения; бактерии и бактериальные токсины; микотоксины.

Безопасность пищевых продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей определяется их соответствием гигиеническим нормативам, установленным регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 *О безопасности пищевой продукции*.

Гигиенические нормативы распространяются на потенциально опасные химические соединения и биологические объекты, присутствие которых в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней их содержания в заданной массе (объеме) исследуемого продукта.

Гигиенические требования к допустимому уровню содержания токсичных элементов предъявляются ко всем видам продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Нитраты, нитриты и нитрозосоединения.

Основным источником нитратов в сырье и продуктах питания служат азотсодержащие соединения и нитратные пищевые добавки, вводимые в мясные изделия для улучшения их органолептических показателей и подавления размножения некоторых патогенных микроорганизмов. Для увеличения урожайности растительной продукции агрохимическая технология часто нарушается – в почву вносят повышенное количество азотсодержащих удобрений. Это приводит к увеличению содержания нитратов в растительном сырье и продуктах.

Потенциальная токсичность нитратов, содержащихся в повышенной концентрации в пищевом сырье и продуктах питания, заключается в том, что они при определенных условиях могут окисляться до нитритов, которые обуславливают серьезное нарушение здоровья. В результате такого окисления гемоглобин превращается в NO-метгемоглобин, который не способен связывать и переносить кислород. Тяжелая форма заболевания проявляется при содержании в крови более 40 % метгемоглобина. Установлено, что нитраты могут угнетать активность иммунной системы организма, снижать устойчивость организма к отрицательному воздействию факторов окружающей среды.

Большое внимание уделяют нитритам и нитратам еще и потому, что они превращаются в организме в нитритосоединения, многие из которых являются канцерогенными. Указанные вещества также могут образовываться в результате технологической обработки сельскохозяйственного сырья и полуфабрикатов, варки, жарения, соления, длительного хранения. При этом чем интенсивнее термическая обработка и длительнее хранение пищевых продуктов, тем больше вероятность образования в них нитрозосоединений.

Приоритетными продуктами, характеризующимися наибольшей частотой и уровнем содержания нитрозосоединений, являются рыбные и мясные копченые изделия и пивоваренный солод. Для этих и некоторым другим пищевых продуктов гигиеническими требованиями установлены допустимые уровни содержания нитрозосоединений.

Гистамин.

Гистамин – биогенный амин – является естественной составной частью продуктов питания, т. к. в процессе жизнедеятельности он образуется в различных тканях животных. Естественное содержание гистамина невелико и не оказывает неблагоприятного воздействия на организм. Однако повышенное накопление его в некоторых продуктах питания при определенных условиях может служить причиной пищевых отравлений.

Накопление гистамина в рыбе может происходить в период от вылова до замораживания, особенно если она в этот период хранится без охлаждения, при нарушении условий холодильного хранения и несоблюдении технологии оттаивания и сроков хранения перед термообработкой. В этих случаях в мышечной ткани некоторых видов рыб, особенно тунцов, скумбрий и некоторых других, может происходить накопление гистамина до токсичных уровней.

Пестициды.

Период бурного развития химии связан с внедрением в АПК химического метода защиты растений. Появились многочисленные и разнообразные вещества химического синтеза, пестициды, которые постепенно заняли главенствующее место в защите растений и животных от вредителей, болезней и сорняков.

Непосредственный контакт с пестицидными препаратами, потребление продукции с высоким их содержанием могут стать причиной острых отравлений и даже гибели людей. В то же время существует опасность косвенного (через миграционные, пищевые цепи) влияния пестицидов на здоровье человека и его наследственный аппарат.

Антибиотики.

Антибиотики – специфические продукты жизнедеятельности или их модификации, обладающие высокой физиологической активностью по отношению к определенным группам микроорганизмов (вирусам, актиномицетам, грибам, бактериям) или злокачественным опухолям, избирательно задерживая их рост или полностью подавляя их развитие. Загрязнение пищевых продуктов антибиотическими веществами может произойти в результате:

- лечебно-ветеринарных мероприятий сельскохозяйственных животных;
- использования антибиотиков в кормопроизводстве;
- применения антибиотиков в качестве консервирующих веществ при производстве пищевых продуктов.

Контроль за остатками антибиотиков имеет гигиеническое значение. При употреблении продуктов питания, содержащих антибиотики, изменяется

кишечная микрофлора, что приводит к нарушению синтеза витаминов, размножению патогенных микробов в кишечнике и возникновению аллергических заболеваний.

В мясе, мясопродуктах, субпродуктах убойного скота и птицы контролируются как допущенные к применению в сельском хозяйстве кормовые антибиотики – гризин, бацитрацин, так и лечебные антибиотики, наиболее часто используемые в ветеринарии, – антибиотики тетрациклиновой группы, левомицетин.

В молоке и молочных продуктах контролируются пенициллин, стрептомицин, антибиотики тетрациклиновой группы, левомицетин; в яйцах и яйцепродуктах – бацитрацин, антибиотики тетрациклиновой группы, стрептомицин, левомицетин. Наличие антибиотиков в продуктах питания не допускается.

Радионуклиды.

Опасность внутреннего облучения обусловлена попаданием и накоплением радионуклидов в организм через продукты питания. Биологические эффекты воздействия таких радиоактивных веществ аналогичны внешнему облучению. Наряду с испытаниями ядерного оружия, источниками загрязнения окружающей среды могут быть: добыча и переработка ториевых руд; получение уранового топлива; работа ядерных реакторов; переработка ядерного топлива с целью извлечения радионуклидов для нужд народного хозяйства; хранение и захоронения радиоактивных отходов.

Полициклические и ароматические углеводороды (ПАУ).

Эти вещества канцерогенной природы сегодня широко распространены в окружающей среде и происходят из многих источников. Они обнаруживаются в воде, воздухе, табачном и коптильном дыме, пищевых продуктах, бензиновом и дизельном выхлопных газах, а также при неполном сгорании топлива. Канцерогенные углеводороды вызывают рак, как правило, при малой эффективной дозе в месте действия.

Канцерогенная активность реальных сочетаний ПАУ на 70 %...80 % обусловлена наличием в их составе бензапирена. Поэтому по присутствию его в пищевых продуктах и других объектах можно судить об уровне их загрязнения ПАУ и степени онкогенной опасности для человека. Большое количество бензапирена попадает в пищевые продукты при обработке их дымом.

Бензапирен контролируется в зерне, копченых мясных и рыбных продуктах. Не допускается его присутствие в продуктах детского и диетического питания.

Диоксины и диоксиноподобные соединения (полихлорированные бифенилы) обладают токсичностью, представляют реальную угрозу

загрязнения пищевой продукции, включая питьевую воду. Источниками загрязнения могут быть предприятия металлургической, целлюлозно-бумажной и нефтехимической промышленности.

Наиболее опасный источник диоксинов – заводы, производящие хлорную продукцию, в том числе пестициды. При попадании в окружающую среду диоксины интенсивно накапливаются в почве, водоемах, активно мигрируют по пищевым цепям, особенно в ее жиросодержащих объектах.

В организм человека диоксины поступают главным образом с продуктами питания (98 %...99 % от общей дозы). Среди основных продуктов опасные концентрации этих веществ обнаруживаются в мясе, молочных продуктах и рыбе.

Гигиеническими требованиями установлены максимально допустимые уровни содержания полихлорированных бифенилов в рыбе и рыбопродуктах, являющихся приоритетными по загрязнению этими контаминантами.

Бактерии и бактериальные токсины.

В окружающем человека мире существует большое количество различных микробов (бактерий). Ряд микробов способны вызывать порчу пищевых продуктов, болезни у людей, животных и растений.

В пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и возбудителей паразитарных заболеваний, их токсинов, вызывающих инфекционные и паразитарные болезни или представляющих опасность для здоровья человека и животных.

Микотоксины.

На этапе подготовки пищевых продуктов или производства продуктов может происходить заражение их токсикогенными грибами и метаболитами, обладающими выраженной токсичностью. Размножение токсикогенных грибов обычно связано с запоздалой уборкой урожая, повышенной влажностью при производстве и хранении зерновых культур и других пищевых продуктов.

Содержание микотоксинов – афлатоксина В1, дезоксиваленона, зеараленона, Т-2 токсина, патулина – контролируется в продовольственном сырье и пищевых продуктах растительного происхождения, афлатоксина М1 – в молоке и молочных продуктах. Приоритетными загрязнителями являются: для зерновых продуктов – дезоксиниваленол; для орехов и семян маслиничных – афлатоксин В1; для продуктов переработки фруктов и овощей – патулин. Один из наиболее опасных микотоксинов – афлатоксин В1, обладающий как токсическим, так и канцерогенным действием.

В животных продуктах микотоксины (афлатоксин М1) обнаруживаются только в молоке в случаях, если коровы съедают заплесневевший корм.

Пути попадания токсичных веществ в пищу.

1. Использование неразрешенных красителей, консервантов, антиокислителей или их применение в повышенных дозах.

2. Применение новых нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе полученных путем химического и микробиологического синтеза.

3. Загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами, используемыми для борьбы с вредителями растений и в ветеринарной практике для профилактики заболеваний животных.

4. Нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, оросительных вод, твердых и жидких отходов промышленности и животноводства и других сточных вод, осадков очистных сооружений и т. д.

5. Использование в животноводстве и птицеводстве неразрешенных кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или применение разрешенных добавок и т. д. в повышенных дозах.

6. Миграция в продукты питания токсических веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковок, вследствие использования неразрешенных полимерных, резиновых и металлических материалов.

7. Образование в пищевых продуктах эндогенных токсических соединений в процессе теплового воздействия, кипячения, жарки, облучения, других способов технологической обработки.

8. Несоблюдение санитарных требований в технологии производства и хранения пищевых продуктов, что приводит к образованию бактериальных токсинов (микотоксины, батулотоксины и др.).

9. Поступление в продукты питания токсических веществ, в том числе радионуклидов, из окружающей среды – атмосферного воздуха, почвы, водоемов.

5.7. Металлы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания

К тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 а. е. м. Они принадлежат к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Гигиеническими требованиями определены критерии безопасности пищевых продуктов для следующих металлов: свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк, железо, олово (для консервов в сборной жестяной таре), хром (для консервов в хромированной таре), которые оказывают токсическое действие на кроветворную, нервную, желудочно-кишечную и почечную системы.

Многие тяжелые металлы, такие как железо, медь, цинк, молибден, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами.

Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы, такие как свинец и ртуть, определяются как токсичные.

Некоторые металлы способны влиять на развитие раковых опухолей. Так, например, мышьяк, бериллий, кадмий, некоторые соединения хрома и никель являются канцерогенами, кадмий и ртуть – основными нефротоксикантами, т. е. оказывают токсическое воздействие на почки.

Нервная система также страдает от воздействия токсичных металлов в составе органических соединений, таких как метилртуть и тетраэтилсвинец.

Находясь в минеральной форме, эти металлы оказывают воздействие на другие органы и биохимические процессы. Так, неорганическая ртуть лучше растворяется в воде и ее главной мишенью являются почки, неорганический свинец в первую очередь воздействует на ферменты.

Снизить содержание тяжелых металлов в пищевой продукции без ухудшения ее пищевой ценности очень сложно. Это связано с тем, что, например, в пищевом сырье, богатом белками, большая часть тяжелых металлов включена в прочные белковые комплексы мяса и рыбы. Наибольшее скопление тяжелых металлов приходится на внутренние органы, жабры, чешую, кости. Для растениеводческой продукции характерно накопление тяжелых металлов в стеблях, листьях, оболочке и зародыше злаков. По этой причине условно-годное зерно может использоваться только для производства муки высшего сорта, где предусматривается максимальное удаление оболочек.

Наиболее эффективное снижение содержания тяжелых металлов достигается при производстве рафинированной продукции из условно-годного пищевого сырья – крахмала, спирта, сахара, безбелковых жировых продуктов. Не рекомендуется использовать такое сырье для получения пищевого пектина и желатина. Условно-годное пищевое сырье должно направляться на промышленную переработку на те предприятия, которые определены органами Госсанэпиднадзора.

Вся опасность воздействия тяжелых металлов заключается в том, что они остаются в организме человека навсегда. Вывести их можно, лишь употребляя

белки, содержащиеся в молоке и белых грибах, а также пектин, который можно найти в мармеладе и фруктово-ягодном желе.

5.8. Генная инженерия и возможные риски использования генномодифицированных продуктов

Генетически модифицированная пища – это продукты питания, полученные из генетически модифицированных организмов (ГМО) – растений или животных. При этом используются методы генной инженерии, суть которых состоит в переносе клеток из одного организма в другой.

Основное преимущество трансгенных продуктов в их цене. Они значительно дешевле обычных, поэтому сейчас покоряют, прежде всего, рынки слабо развитых стран, куда направляются в качестве гуманитарной помощи.

Биологи называют четыре основные причины опасности ГМО:

- 1) появление новых генов и «продуктов» их активности;
- 2) непредвиденные конечные эффекты применения таких технологий;
- 3) взаимодействие между генами хозяина и чужеродными генами;
- 4) распространение «встроенных» генов как через пыльцу, так и посредством горизонтальной трансформации.

Сторонники ГМО утверждают, что чужеродные вставки полностью разрушаются в желудочно-кишечном тракте животных и человека.

Противники ГМО считают, что «поедание организмов друг другом может лежать в основе горизонтального переноса, поскольку показано, что ДНК переваривается не до конца и отдельные молекулы могут попадать из кишечника в клетку и в ядро, а затем интегрироваться в хромосому».

Плюсы и минусы генетически модифицированных продуктов.

Впервые человечество узнало о генетически измененном продукте в 1983 г. Немецкие ученые получили первое растение, в генетический аппарат которого был встроен ген другого организма. Это стало прорывом в развитии сельского хозяйства. Появились помидоры с замедленным созреванием (очень выгодное качество при транспортировке и длительном хранении), картофель, который не подвергается угрозе уничтожения колорадским жуком, и еще более ста генетически модифицированных растений: соя, кукуруза, рис, тыква, огурец, перец и др.

Промышленные объемы выращивания таких культур заметно выросли по отношению к культурам, выращиваемым традиционным способом. И это очевидно, т. к. прослеживается финансовая выгода у производителей, а также и у продавцов таких продуктов. Генетически модифицированные

продукты очень активно стали заполнять полки магазинов всего мира, пытаясь вытеснить продукты естественного происхождения.

Модифицированные растения устойчивы к холодам, засухе, нападению насекомых-вредителей. Вследствие чего выросла урожайность, при этом сельскохозяйственный бизнес стал менее рискованным. В итоге продукты должны быть дешевле и доступнее.

Для выращивания таких культур не нужно большое количество удобрений и пестицидов. Неприменение этих химикатов благоприятно должно отразиться на здоровье человека.

Генная инженерия позволяет сделать продукты более полезными. Например, в генетически модифицированном картофеле меньше воды, поэтому нужно меньше масла для жарки. Продукты дольше сохраняют витамины.

Однако несмотря на хорошие преимущества модифицированных продуктов, их доля в рационе людей невелика. Активному расширению ассортимента таких продуктов мешают опасения по поводу возможных вредных последствий после длительного употребления в пищу, которые на сегодняшний день мало изучены.

Вопросы для самоконтроля

1. Оценка взаимодействия человека и биосферы.
2. Классификация основных факторов обеспечения здоровья человека.
3. Что такое заболеваемость?
4. Реестр ВОЗ для оценки заболеваний населения.
5. Индикаторы оценки заболеваемости населения.
6. Что такое опасный производственный объект?
7. Что такое авария?
8. Что такое инцидент?
9. Классификация опасных производственных объектов.
10. Классификация опасных веществ.
11. Законодательство Республики Беларусь по промышленной безопасности опасных производств.
12. Обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.
13. Оценка безопасности питьевой воды.
14. Способы обеззараживания воды.
15. Особенности применения отдельных методов очистки воды.

16. Особо опасные инфекции.
17. Меры защиты человека от опасных инфекций.
18. Токсичные химические соединения, образующиеся при приготовлении пищи.
19. Пути попадания токсичных веществ в пищу.
20. Металлы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания.
21. Генная инженерия и возможные риски использования генно-модифицированных продуктов.

6. ИСЧЕРПАЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ НЕДР

6.1. Проблема исчерпаемости и невозобновляемости полезных ископаемых

Природные ресурсы – совокупность объектов и систем живой и неживой природы, компоненты природной среды, окружающие человека и используемые им в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества.

Основные виды природных ресурсов Земли.

Неисчерпаемые ресурсы – количественно неиссякаемая часть природных ресурсов. Это вода, солнечная энергия, энергия приливов и отливов, внутриземная энергия. Источник этих ресурсов не подвержен влиянию со стороны человека. Можно лишь говорить о количественных изменениях, вносимых его деятельностью.

К невозобновляемым природным ресурсам относятся горные материалы, руды, минералы – вещества, возникшие на определенных этапах необратимых геологических процессов, а также выпавшие из биосферного круговорота, и погребенные в недрах продукты прошлых биосфер – осадочные породы и ископаемое топливо. К ним относятся природные ресурсы: каменный уголь, нефть, газ, горючие сланцы, водород, ядерное топливо, т. е. все ресурсы, скорость эксплуатации которых во много раз превосходит скорость их естественного возобновления.

Возобновляемые (возобновимые) природные ресурсы – это ресурсы, способные к самовосстановлению за счет поступления солнечной энергии и вызванных ею круговоротов вещества. К ним относятся вода, течение рек, ветры, океанские течения, почва, растительность, животные. К возобновляемым запасам относятся материалы растительного и животного происхождения. Эти биологические ресурсы человечество может воспроизводить в течение жизни одного поколения, в то время как для образования полезных ископаемых необходимо весьма длительное время и исключительное сочетание благоприятной горно-геологической обстановки планеты, которая может не повториться.

Неисчерпаемость отдельных видов природных ресурсов.

С философской точки зрения любой ресурс исчерпаем, т. к. все объекты невечны и явления конечны. Лишь только с определенной степенью допущения можно утверждать, что некоторые явления окружающего мира

настолько грандиозны, что по сравнению с человеческой историей их можно считать вечными и неисчерпаемыми. Такие ресурсы, как правило, являются внешними по отношению к Земле или непосредственно связаны с процессами, происходящими за пределами биосферы. К такого рода ресурсам относятся, например, солнечная энергия и все виды энергии, с ней связанные. По мнению большинства исследователей, Солнце существует около 5 млрд лет, выработав за это время только половину запаса своего ядерного топлива. Поэтому в обозримом будущем данный источник энергии для человечества можно считать неисчерпаемым.

С энергией Солнца связано возникновение такого явления, как ветер, что обусловлено неравномерностью нагрева поверхности Земли и градиентом давлений в нижних слоях атмосферы. Воздушные массы неизбежно начинают перемещаться из зон с высоким давлением в зоны с более низким значением этого показателя, что и приводит к возникновению ветра.

В процессе перемещения воздушных масс происходит перемещение водяного пара, который, конденсируясь над материком, приводит к возникновению атмосферных осадков в виде дождя, снега, тумана и т. д. За счет этих процессов образуются устойчивые водотоки, по которым вода возвращается в океан. Энергию движущейся воды активно используют для выработки электроэнергии. Как и энергия солнца, энергия движущейся воды может считаться неисчерпаемой, т. к. связана с энергией Солнца.

Неисчерпаемые количественно ресурсы могут быть исчерпаемыми качественно. Примером служит вода Мирового океана. Запасы воды на нашей планете огромны, и уничтожить их количественно на современном этапе технологического развития человечество не может. Тем не менее качество воды в Мировом океане неуклонно ухудшается. Таким образом, налицо качественное истощение водных ресурсов в глобальном масштабе.

Водные ресурсы в масштабе нашей планеты имеют весьма значительный объем – приблизительно 1,5 млрд км³ воды. Соленые воды Мирового океана составляют около 98 % этого объема. На долю пресных вод приходится около 28 млн км³.

Возобновляемые запасы пресных вод представляют собой речной сток и, по разным оценкам, колеблются в пределах от 41 до 45 тыс. км³ в год. В первое десятилетие XXI в. мировая экономика расходовала для своих нужд ежегодно приблизительно 4,5...4,8 тыс. км³, что составляло примерно 11 % возобновляемого запаса пресных вод, и, следовательно, при соблюдении принципов рационального водопользования водные ресурсы можно причислить к неисчерпаемым. В пользу данного вывода свидетельствует и принципиальный потенциал промышленного опреснения соленых вод.

При нарушении принципов рационального водопользования происходит резкое истощение водных ресурсов. Так, в отдельных регионах, например на границе Мексики и США, отмечается обострение дефицита воды. При загрязнении водных ресурсов возможно снижение их качества до уровня, делающего невозможным их потребление.

Благодаря развитию альтернативной энергетики неисчерпаемые ресурсы теперь можно считать высококачественным источником производства энергии. Для этих целей широко используются солнечная энергия, ветровая, приливная, геотермальная, энергия температурного градиента вод океана. В современном мире ввиду глобального истощения традиционных источников энергии все больше внимания уделяется вопросам использования возобновимых источников энергии, связанных в том числе и с энергией Солнца. По сравнению с нефтью, природным газом и каменным углем – невозобновимыми источниками энергии – доля альтернативных источников невелика, но она постоянно возрастает. Позитивность этого процесса очевидна не только с точки зрения перспектив обеспечения растущего населения планеты энергией, но и с точки зрения охраны окружающей среды, т. к. возобновимые источники энергии в большинстве случаев не наносят вреда окружающей среде.

Исчерпаемые природные ресурсы.

К данной группе ресурсов относится большинство полезных ископаемых. Они образуются в земной коре в ходе непрерывно протекающих процессов. Скорости процессов формирования залежей полезных ископаемых измеряются миллионами и сотнями миллионов лет. Так, возраст залежей каменного угля составляет свыше 350 млн лет, а активное образование концентрированных железистых кварцитов, связанное с химическим осадконакоплением, проходило в докембрийскую эпоху рудообразования, т. е. более 570 млн лет назад. Это очень большой срок, если учесть, что общий возраст нашей планеты свыше 4,5 млрд лет.

Активная добыча полезных ископаемых продолжается всего приблизительно 100 лет. Наибольшей интенсивности этот процесс достиг в течение последних 50 лет. Согласно оценкам ООН, ежегодно из недр Земли извлекается около 100 млрд т полезных ископаемых. Согласно некоторым прогнозам, например, Айера, опубликованному в 1997 г. в Лондоне, уже к 2040 г. добывать природный газ, нефть, каменный уголь станет экономически нецелесообразно. Для обеспечения устойчивого развития уже сегодня необходимо уменьшить потребление нефти на 85 %, природного газа – на 70 %, угля – на 20 %. Очевидно, что потребление минерального сырья характеризуется все возрастающими объемами изъятия. Поэтому все

минеральные ископаемые ресурсы следует относить к исчерпаемым невозобновимым.

Треть земли на планете сильно деградирует, а плодородная почва ежегодно теряется в размере 24 млрд т. Уже уничтожена почти половина лесов, некогда покрывавших планету. Стремительно утрачивается биоразнообразие. Быстро истощаются подземные воды. На Земле скопились сотни миллиардов тонн промышленных отходов (ежегодно в США их объем увеличивается на 4,5 млрд т, в Западной Европе – на 2 млрд т, в Японии – на 1,3 млрд т).

Ожидается, что к 2030 г. человечеству потребуется на 50 % больше продовольствия и на 30 % больше воды, чем сегодня. В связи с ростом населения и развитием мировой экономики к 2035 г. глобальное потребление энергии вырастет примерно на 50 %.

Обеспеченность Республики Беларусь энергоресурсами.

Энергетическая проблема остается актуальной в настоящее время практически для всех стран Европы, поскольку степень обеспеченности собственными ресурсами составляет в отдельных странах Европы 40 %...50 %.

Остро она ощутима и в Республике Беларусь, способной обеспечить себя примерно на 16 % собственными топливными ресурсами, остальное количество их приходится завозить из-за рубежа и платить большие деньги.

В Республике Беларусь собственные топливно-энергетические ресурсы представлены древесиной, нефтью, торфом, бурый углем, горючими сланцами. Общие запасы древесины в стране оцениваются примерно в 1093,2 млн м³, что составляет около 1 % запасов древесины СНГ.

Удельный вес ввоза топливно-энергетических сырьевых и материально-технических ресурсов в валовом внутреннем продукте составляет более 43 %. Республика Беларусь импортирует (в основном из России) весь потребляемый каменный уголь, более 90 % нефти, 100 % природного и четверть сжиженного газа.

Валовое потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в Беларуси в 2020 г. возросло на 16 %, по сравнению с уровнем 2000 г., и составило 40 млн т у. т.

В 2020 г., по сравнению с 2000 г., наша страна потребляла на 11,5 % больше местных видов топлива. Так, объем использования дров возрос до уровня 3,7 млн т, торфа и лигнина – до 1,4 млн т, потребление нефти и нефтепродуктов увеличилось на 40 %.

Основной нефтегазоносной территорией Беларуси является Припятский прогиб. Известно 55 месторождений нефти, в том числе 53 – в Гомельской

и 2 – в Могилевской областях. 33 месторождения разрабатываются, крупнейшее из которых – Речицкое эксплуатируется с 1965 г. Годовая потребность Республики Беларусь в нефти составляет 16...18 млн т, а собственные ресурсы – 9 %...10 %.

Месторождения бурого угля находятся, так же как и нефть, в Припятском прогибе. Прогнозные ресурсы его на глубине 600 м оцениваются в 410 млн т, в том числе мощностью пласта от 0,7 м и более – 294 млн т.

Основным видом топлива для производства электрической энергии пока остается природный газ. В то же время объем его потребления в 2020 г. сократился на 1,5 % по отношению к уровню 2000 г.

Работа Белорусской АЭС после ввода в эксплуатацию позволит в год по всей энергосистеме страны экономить до 5,6 млн т у. т. на сумму свыше 1,7 млрд долл. Среди преимуществ – снижение себестоимости отпускаемой продукции по энергосистеме (1010 млн долл. в год) и увеличение прибыли от реализации продукции по энергосистеме (1022 млн долл. в год). Срок окупаемости проекта – около 19 лет.

С учетом этого АЭС позволит повысить экономическую и энергетическую безопасность Беларуси, заместить значительную часть импортируемых энергоресурсов (около 5,6 млн т у. т., или почти 5 млрд м³ природного газа в год) и изменить структуру топливно-энергетического баланса республики в сторону снижения потребления природного газа, диверсифицировать поставщиков и виды топлива в топливно-энергетическом балансе страны, снизить себестоимость производимой электроэнергии.

6.2. Причины и последствия топливно-энергетического кризиса в мире

На сегодняшний день главными энергоносителями для промышленного производства служат традиционные полезные ископаемые: каменные и бурые угли, нефть, природный газ, горючие сланцы, а также уран 238 в виде оксида U²³⁸. За исключением ядерного топлива, все перечисленные виды сырья являются аккумуляторами солнечной энергии, т. к. они образовались из фрагментов живых организмов, которые в свою очередь использовали для построения своих органических молекул энергию Солнца. В процессах окисления (горения) эта запасенная энергия вновь высвобождается в виде тепла и позволяет осуществлять необходимые производственные и бытовые процессы.

Каждый вид топлива обладает той или иной теплотворностью. Например, при сжигании 1 т каменного угля образуется приблизительно $27,91 \cdot 10^3$ МДж энергии, 1 тыс. м³ газа – $38,84 \cdot 10^3$ МДж, 1 т нефти – $41,87 \cdot 10^3$ МДж. Для 1 т бурого угля эта величина составляет $13,96 \cdot 10^3$ МДж.

Для сопоставимости различных видов топлива и других видов энергетических ресурсов используются следующие единицы:

1) одна тонна условного топлива (1 т у. т.) в угольном эквиваленте (уг. э.). Величина этой единицы измерения соответствует теплоте сгорания 1 т антрацита и составляет величину $27,91 \cdot 10^3$ МДж;

2) одна тонна условного топлива в нефтяном эквиваленте (1 т у. т. н. э.). Ее величина соответствует теплоте сгорания 1 т нефти и составляет величину $41,87 \cdot 10^3$ МДж.

Недостатки использования традиционных энергоносителей.

С экологической точки зрения отрицательным аспектом применения традиционных энергоносителей является то, что при использовании органического топлива образуются очень вредные для окружающей среды вещества, например, оксиды серы IV (SO₂) и бензапирен (C₂₀H₁₂), а также оксид углерода CO.

Присутствие в атмосфере оксидов серы может привести к возникновению так называемых кислотных дождей. Под кислотными дождями понимают осадки с уровнем рН менее 5,5. При снижении величины рН осадков до уровня ниже 5 могут наблюдаться деградация почв и водных экосистем, повреждения ассимилирующих органов растений.

Бензапирен при попадании в ткани живых организмов может привести к развитию онкологических заболеваний, т. е. имеет канцерогенные свойства.

В составе каменного угля в качестве примесей присутствуют такие радиоактивные элементы, как уран, радий и торий. В результате дым, образующийся при сжигании каменного угля, также содержит указанные радиоактивные элементы. Эти примеси в конечном итоге оседают на поверхность Земли и приводят к повышению радиационного фона по оси факела выброса. По данным ООН, годовая суммарная доза радиоактивного облучения людей, вызванная дымовыми выбросами от угольных ТЭЦ, почти в 2 раза превышает радиоактивное излучение всех АЭС. Приведенные выводы сделаны для случая, когда степень очистки выбросов от аэрозолей составляет минимум 90 %.

Поэтому актуально использование так называемых альтернативных энергоресурсов, связанных с солнечной энергией.

Выпадение кислотных дождей.

Окисление природной среды – одна из важнейших экологических проблем, требующая решения в ближайшем будущем.

Основная причина выпадения кислотных дождей – наличие в атмосфере за счет промышленных выбросов оксидов серы и азота, хлористого водорода и других кислотообразующих соединений. В результате дождь и снег оказываются подкисленными.

Присутствие в воздухе заметных количеств, например, аммиака или ионов кальция приводит к выпадению не кислых, а щелочных осадков, которые также общепринято называть кислотными, поскольку они при попадании на почву или в водоем меняют их кислотность.

Максимальная зарегистрированная кислотность осадков в Западной Европе – с рН = 2,3, в Китае – с рН = 2,25. На экспериментальной базе Экологического центра РАН в Подмосковье в 1990 г. был зарегистрирован дождь с рН = 2,15.

Подкисление природной среды отрицательно отражается на состоянии экосистем. В этом случае из почвы выщелачиваются не только питательные вещества, но и токсичные металлы, например свинец, алюминий и др.

В подкисленной воде увеличивается растворимость алюминия. В озерах это приводит к заболеванию и гибели рыб, замедлению развития фитопланктона и водорослей. Кислотные дожди разрушают облицовочные материалы (мрамор, известняки и др.), значительно снижают срок службы железобетонных конструкций.

Последствия кислотных осадков (дождей).

В 1972 г. проблема кислотных дождей была впервые поднята учеными-экологами Швеции на Конференции ООН по окружающей среде.

По состоянию на 1985 г. в Швеции из-за кислотных дождей серьезно пострадал рыбный промысел в 2500 озерах. В 1750 из 5000 озер Южной Норвегии полностью исчезла рыба. Исследование водоемов Баварии (Германия) показало, что в последние годы наблюдается резкое сокращение численности, а в отдельных случаях – и полное исчезновение рыбы. В озерах, где показатель рН составил 4,4; 5,1 и 5,8, не было поймано ни одной рыбы, а в остальных озерах обнаружены только отдельные экземпляры озерной и радужной форели и гольца.

Наряду с гибелью озер происходит деградация лесов. Хотя лесные почвы менее восприимчивы к подкислению, нежели водоемы, произрастающая на них растительность крайне негативно реагирует на увеличение кислотности. Кислые осадки в виде аэрозолей обволакивают хвою и листву деревьев, проникают в крону, стекают по стволу, накапливаются в почве. Прямой ущерб

выражается в химическом ожоге растений, снижении прироста, изменении состава подпологовой растительности.

Кислотные осадки разрушают здания, трубопроводы, приводят в негодность автомобили, понижают плодородие почв и могут способствовать просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.

Разрушительному действию кислотных осадков подвергаются многие памятники мировой культуры. Так, за 25 веков мраморные статуи всемирно известного памятника архитектуры Древней Греции Акрополя постоянно подвергались воздействию ветровой эрозии и дождей, а в последнее время этот процесс ускорился за счет действия кислотных осадков.

Кислотные осадки оказывают губительное воздействие и на старинные витражные стекла в городах Западной Европы, что может окончательно их разрушить. Под угрозой находится более 100 000 образцов цветного стекла.

Бензапирен – «невидимый враг» здоровья.

Бензапирен относится к 1 классу опасности вредных загрязнителей воздуха и образуется при сгорании всех видов углеводов с выделением дымовых газов.

Опасность бензапирена в следующем:

- является канцерогеном, т. е. способен вызвать рост раковых клеток;
- способен вызывать мутации, т. е. изменяет ДНК клетки;
- способен накапливаться в почве, а затем в растениях;
- способен аккумулироваться с тяжелыми металлами и ртутью.

В продуктах содержание бензапирена определяют при помощи жидкостной хроматографии в лабораторных условиях.

Существуют предельно допустимые нормы для человека. Причем эти нормы отличаются в зависимости от того, где он находится.

В продуктах – это одно содержание, в воздухе – другое.

Действие СО на организм человека.

Любой процесс, при котором может произойти неполное сгорание органического материала, является потенциальным источником оксида углерода (СО). Оксид углерода получается при сжигании органического материала типа угля, древесины, бумаги, масла, бензина, газа, взрывчатых веществ или карбонатных материалов любого другого типа в условиях недостатка воздуха или кислорода.

Основными источниками СО являются литейные производства, установки каталитического крекинга на нефтеперерабатывающих предприятиях, процессы дистилляции угля и древесины, известеобжигательные печи и печи восстановления на заводах крафт-бумаги, производство синтетического метанола и других органических соединений из оксида углерода, спекание

загрузочного сырья доменной печи, производство карбида, формальдегида, заводы технического углерода, коксовые батареи, газовые предприятия и заводы по переработке отходов.

Оксид углерода, как считается, является единственной наиболее распространенной причиной отравлений как в промышленных условиях, так и в домашних. Тысячи людей в мире ежегодно умирают в результате интоксикации СО. Считается, что число жертв несмертельного отравления, страдающих от постоянного расстройства нервной системы, значительно выше.

Острое отравление. Появление симптомов зависит от концентрации СО в воздухе, времени воздействия, степени физических усилий и индивидуальной восприимчивости. Если воздействие носит массивный характер, человек может почти мгновенно потерять сознание с возникновением немногих или вообще без всяких предостерегающих симптомов или признаков.

Воздействие концентрации от 10,000 до 40,000 в течение нескольких минут приводит к смерти. Уровень концентрации в промежутке между 1,000 и 10,000 вызывает симптомы головной боли, головокружения и тошноты в течение 13...15 мин и потерю сознания и смерть, если воздействие продолжается от 10 до 45 мин. Уровень концентрации 500 вызывает головную боль по прошествии 20 мин, а уровень концентрации 200 – по прошествии приблизительно 50 мин.

6.3. Крупнейшие техногенные катастрофы в местах добычи топливных ресурсов

Катастрофы бывают двух видов: природные и техногенные. Последние, как дело рук человеческих, из года в год становятся все масштабнее и страшнее. Если библейский потоп считать началом всех природных катастроф, то старт катастрофам техногенным дал «Титаник». Этот трансатлантический лайнер затонул во время первого рейса, столкнувшись с айсбергом, в ночь с 14 на 15 апреля 1912 г. Из 1500 человек спаслось около 700 человек.

Природные катастрофы.

Циклон Бхола (Bhola) обрушился на территории Восточного Пакистана и индийской Западной Бенгалии 12 ноября 1970 г. Количество погибших колеблется от 300 до 500 тыс. человек. Циклон послужил причиной межгосударственного военного конфликта, в результате которого Восточный Пакистан стал независимой страной Бангладеш.

26 декабря 2004 г. в глубинах Индийского океана произошло землетрясение магнитудой от 9,1 до 9,3 балла, которое вызвало серию цунами. На берега Таиланда, Индонезии, Шри-Ланки и Сомали обрушились волны, некоторые из которых достигали до 40 м в высоту. Погибло более 300 тыс. человек. Особенно сильно пострадал Таиланд (Пхукет, провинция Краби и прилегающие к ним мелкие острова, некоторые из которых сдвинулись на юго-запад на расстояние до 20 м).

В 1992 г. ураган «Эндрю» привел к гибели 65 человек и разрушил 63 тыс. домов.

7 сентября 2019 г. число жертв урагана «Дориан» на Багамах – 43 человека. По данным Красного креста, разрушены или повреждены 13 тыс. домов. Из-за урагана более 220 тыс. жителей американских штатов Южная Каролина и Джорджия остались без света. В этих штатах, а также в Северной Каролине и Флориде объявили режим ЧС.

Техногенные катастрофы.

26 апреля 1986 г. произошла авария на Чернобыльской атомной электростанции имени В. И. Ленина. Во время проведения проектного испытания турбогенератора № 8 на энергоблоке № 4 произошел взрыв, который полностью разрушил реактор. Здание энергоблока и кровля машинного зала частично обрушились. Непосредственно во время взрыва погиб только один человек, еще один скончался утром от полученных травм. Впоследствии у 134 сотрудников ЧАЭС и членов спасательных команд, находившихся на станции во время взрыва, развилась лучевая болезнь, 28 из них умерли в течение следующих нескольких лет. Радиоактивное загрязнение потребовало эвакуации города Припять и жителей других населенных пунктов. Очень сложно назвать общее количество пострадавших и погибших, включая ликвидаторов последствий аварии.

Взрыв и пожар на нефтяной платформе Deepwater Horizon, произошедшие 20 апреля 2010 г. в 80 км от побережья штата Луизиана в Мексиканском заливе на месторождении Макондо, стали причиной разлива нефти и одной из крупнейших техногенных катастроф по ухудшению экологической обстановки на планете.

Самой страшной экологической катастрофой на территории бывшего СССР считается исчезновение Аральского моря – четвертого по площади озера в мире. С 1960-х гг. оно стало мелеть из-за отвода впадавших в него рек на орошение. Из положительного можно отметить лишь одно – на обмелевшем дне Аральского моря найдены остатки двух поселений XI–XIV вв. и мавзолеи. Вряд ли историческая значимость этих открытий

может компенсировать вред, нанесенный окружающей природе в условиях Средней Азии.

11 марта 2011 г. землетрясение магнитудой 9,0 потрясло Японию и вызвало цунами, которое обрушилось на восточное побережье страны, разрушая дома и коммуникации, унося жизни сотен тысяч человек. Эта катастрофа стала крупнейшей со времен Чернобыля и показала, насколько уязвимы системы безопасности на атомных станциях.

Крупнейшие военные техногенные катастрофы.

6 августа 1945 г. впервые было применено ядерное оружие – Соединенными Штатами против японского города Хиросима (гибель сразу 90 тыс. человек и до 200 тыс. человек в последующие 70 лет).

9 августа 1945 г. это случилось во второй раз в мировой истории и, хотелось бы надеяться, что в последний: атомная бомба была сброшена на Нагасаки (гибель сразу 60 тыс. человек и 140 в последующие годы).

Террористические техногенные катастрофы.

Террористический акт 11 сентября 2001 г. представлял собой серию из четырех скоординированных террористических актов, произошедших в США. Жертвами терактов стали по крайней мере 3 тыс. человек. Многие факты заставляют сомневаться в официальной версии случившегося. Особенно загадочной представлена атака на здание Пентагона. Эта катастрофа вновь возродила небезосновательный интерес к теории заговора.

27 декабря 2017 г. около 19 ч в супермаркете «Перекресток» на Кондратьевском проспекте в Санкт-Петербурге произошел взрыв. Взрывное устройство, начиненное поражающими элементами, сработало в камере хранения магазина. Его мощность составила 200 г в тротиловом эквиваленте. В результате теракта пострадали 18 человек.

3 апреля 2017 г. днем на перегоне между станциями «Сенная площадь» и «Технологический институт-2» Петербургского метро произошел взрыв. Еще один взрыв, на станции «Площадь Восстания», удалось предотвратить благодаря своевременному обнаружению самодельного взрывного устройства. В результате теракта погибли 15 человек и сам террорист-смертник, пострадало свыше 60 человек.

В конце 2013 г. в Волгограде произошел двойной теракт. 29 декабря в 12.43 на Волгоградском железнодорожном вокзале прогремел взрыв на первом этаже перед рамками металлодетекторов. Бомбу привел в действие террорист-смертник, когда его остановили для досмотра. Погибли 18 человек, несколько десятков людей получили ранения.

Аварии на нефтепромыслах и при транспортировке нефти.

В прессе регулярно возникают сообщения об утечке нефти в результате столкновения танкеров, взрывов на нефтеплатформах или разрывах трубопроводов. Нефть изливается на почвы и в воды. Например, британская компания TINA Consultants, занимающаяся предотвращением утечек нефти с нефтепромыслов, нефтеперерабатывающих предприятий и трубопроводов, подсчитала, что за период с 1995 г. по 2005 г. из каждого миллиона тонн добытой или хранимой нефти около 3 т попадало в водную среду. Ежегодно количество аварийных утечек нефти увеличивается.

Россия – одна из главных нефтедобывающих держав, и она же – лидер по масштабу «нефтепотерь». Россия теряет 3,5 %...4,5 % нефтяного сырья при добыче и транспортировке. Такова статистика НП «Центр экологии ТЭК». По данным РБК, при уровне добычи в 510 млн т в год потери составляют 18...23 млн т. Соответственно, «утекает» от 14,2 до 17,2 млрд долл. Большее количество нефти изливается при ее транспортировке по трубопроводам в результате их изношенности или механических повреждений.

21 января 2000 г. в бухте Гуанабара на берегу Рио-де-Жанейро разорвался трубопровод бразильской государственной нефтяной компании Petrobras. В воду вылилось около 8 177 баррелей нефти.

Причиной катастрофы стал разрыв проложенного по дну моря нефтепровода. По одной из версий, авария случилась на участке подводного перехода с размытым дном, что привело к деформации трубы.

Одна из самых тяжелых аварий 2014 г. произошла 5 декабря на нефтепроводе Ашкелон – Эйлат на юге Израиля. Из разорванной трубы в пустыню Арава вылилось 21 900 баррелей нефти. Это была самая крупная авария за всю историю Израиля.

Расследование показало, что утечка нефти стала следствием неосторожности при проведении ремонтных работ, во время которых и был поврежден трубопровод.

Экономический ущерб государства из-за прорыва нефтепровода составил 7,6 млн долл.

Крушения танкеров.

19 ноября 2002 г. танкер под багамским флагом раскололся на две части и затонул в 210 км от берегов Галисии. Останки корабля легли на грунт на глубине около 3700 м. В результате в море вылилось более 20 млн галлонов нефти. Нефтяное пятно растянулось на тысячи километров возле береговой линии. В результате катастрофы пораженными оказались тысячи километров Атлантического побережья Европы. Над ликвидацией последствий аварии

работали 300 000 добровольцев со всей Европы. Общий ущерб от катастрофы оценивается в 4 млрд евро.

В 1979 г. произошел крупнейший в истории разлив нефти, вызванный столкновением корабля и танкера. Тогда в Карибском море встретились корабли *Atlantic Empress* и *Aegean Captain*. В результате аварии в море попало почти 290 тыс. т нефти. Одно из судов затонуло. Катастрофа произошла в открытых водах, поэтому ни одно побережье (ближайшим был остров Тринидад) не пострадало.

6.4. Способы увеличения коэффициента извлечения природного сырья в горнодобывающей промышленности

Наиболее важнейшие и распространенные руды для добычи металлов и минералов: калий K – руда сильвит (KCl); железо Fe – руда гематит ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$); кальций Ca – руда известняк (CaCO_3); колчедан (пирит) – FeS_2 ; гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); олово Sn – руда касситерит (SnO_2); натрий Na – каменная соль (NaCl); свинец Pb – руда галенит (свинцовый блеск PbS); магний Mg – руда магнезит (MgCO_3); алюминий Al – руда боксит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$); медь Cu – руда халькопирит (CuFeS_2); титан Ti – руда рутил (TiO_2); серебро Ag – руда аргентит (Ag_2S); цинк Zn – руда цинковая обманка (ZnS); золото Au – руда самородное золото (Au).

При извлечении металлов применяют стадии: концентрирование, восстановление и рафинирование (очистка).

Концентрирование. Многие руды содержат нежелательные материалы, например глину или гранит. Эти нежелательные материалы называются «пустая порода». Таким образом, первая стадия извлечения металла заключается в удалении пустой породы. Данный процесс называется концентрированием и осуществляется физическими и химическими способами.

Физические методы отделения пустой породы включают флотацию и магнитное разделение. Концентрирование по методу флотации проводится так: руду мелко размалывают и затем смешивают с маслом и водой в большом баке. Эту смесь вспенивают, пропуская через нее поток воздуха. Масляная пена захватывает необходимый минерал и всплывает к верхнему краю бака, откуда ее снимают. Магнитное разделение используется для отделения магнетита Fe_3O_4 от пустой породы. Оно проводится с помощью электромагнита.

Химические способы извлечения металлов включают выщелачивание их руд, т. е. экстракцию металла в составе какой-либо его растворимой соли из приготовленного для этой цели водного раствора. Например, для выщелачивания руд, содержащих оксид меди, может использоваться разбавленная серная кислота.

Восстановление. Большинство металлов существуют в природе в окисленной форме. Например, натрий существует в виде ионов Na^+ , входящих в такие соединения, как хлорид натрия, а олово – в виде SnO_2 . Вторая стадия извлечения металлов заключается в восстановлении их руд до металлического состояния. С этой целью используются различные методы. Металлы, существующие в природе в виде оксидных руд, могут быть восстановлены без предварительной химической обработки, при помощи углерода или оксида углерода. Эта реакция является окислительно-восстановительной.

Для извлечения металлов из карбонатных и сульфидных руд их необходимо превратить нагреванием в соответствующие оксиды. Например, при получении цинка из цинковой обманки эту руду сначала подвергают обжигу на воздухе. Полученный оксид затем восстанавливают углеродом или оксидом углерода.

Такие металлы, как алюминий, магний и натрий, восстанавливают путем электролиза из расплавленных руд, который проводят с помощью инертных электродов, например из графита. Металлы восстанавливаются на катоде в виде жидкости, которая накапливается на дне электролизера, откуда ее можно выпускать наружу.

Рафинирование. Рафинирование (очистка) представляет собой последнюю стадию извлечения металлов. Для ее проведения используются различные методы, в том числе перегонка и электролиз. Металлы, обладающие слабо электроположительными свойствами и поэтому не способные реагировать с водой, можно рафинировать с помощью электролиза. К их числу относятся металлы, расположенные в ряду напряжений ниже водорода.

Ржавчина – одно из проявлений коррозии. Она образуется в тех случаях, когда железо приходит в соприкосновение с кислотами, кислородом и другими окисляющими веществами, имеющимися в окружающей среде.

6.5. Характеристики различных типов электростанций, их КПД, сроки службы и окупаемости

В зависимости от источника энергии (в частности, от вида топлива) принято выделять следующие группы электростанций:

- атомные электростанции (АЭС);
- электростанции, работающие на органическом топливе, – тепловые электростанции (ТЭС);
- гидроэлектрические станции (ГЭС);
- приливные электростанции (ПЭС);
- геотермальные электростанции;
- солнечные электростанции (СЭС);
- ветроэлектростанции (ВЭС).

Тепловые электростанции (ТЭС).

Тепловая электростанция (или тепловая электрическая станция) – это электростанция, вырабатывающая электрическую энергию за счёт преобразования химической энергии топлива в процессе сжигания в тепловую, а затем в механическую энергию вращения вала электрогенератора.

Типы тепловых электростанций.

По виду генерируемой и отпускаемой энергии тепловые электростанции разделяют на два основных типа:

- 1) конденсационные (КЭС), предназначенные только для производства электроэнергии;
- 2) теплофикационные или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

Конденсационные электрические станции, работающие на органическом топливе, строят вблизи мест его добычи, а теплоэлектроцентрали размещают вблизи потребителей тепла – промышленных предприятий и жилых массивов. ТЭЦ также работают на органическом топливе, но в отличие от КЭС вырабатывают как электрическую, так и тепловую энергию в виде горячей воды и пара для производственных и теплофикационных целей.

К основным видам топлива вышеуказанных электростанций относятся:

- твердое – каменные угли, антрацит, полуантрацит, бурые угли, торф, сланцы;
- жидкое – мазут;
- газообразное – природный, коксовый, доменный и тому подобный газ.

Устройство и принцип работы отдельных видов ТЭС.

В зависимости от типа теплосиловой установки для привода электрогенератора электростанции подразделяются на паротурбинные (ПТУ),

газотурбинные (ГТУ), парогазовые (ПГУ) и электростанции с двигателями внутреннего сгорания (ДЭС).

В зависимости от длительности работы ТЭС в течение года по покрытию графиков энергетических нагрузок, характеризующихся числом часов использования установленной мощности, электростанции принято классифицировать на базовые ($N_{уст} > 6000$ ч/год), полупиковые ($N_{уст} = 2000 \dots 5000$ ч/год) и пиковые ($N_{уст} < 2000$ ч/год).

Базовыми называют электростанции, несущие максимально возможную постоянную нагрузку в течение большей части года. В мировой энергетике в качестве таковых используют АЭС, высокоэкономические КЭС, а также ТЭЦ при работе по тепловому графику. Пиковые нагрузки покрывают ГЭС, ГАЭС, ГТУ, обладающие маневренностью и мобильностью, т. е. быстрым пуском и остановкой.

Пиковые электростанции включаются в часы, когда требуется покрыть пиковую часть суточного графика электрической нагрузки. Полупиковые электростанции – при уменьшении общей электрической нагрузки либо переводятся на пониженную мощность, либо выводятся в резерв.

По технологической структуре тепловые электростанции подразделяются на блочные и неблочные. При блочной схеме основное и вспомогательное оборудование паротурбинной установки не имеет технологических связей с оборудованием другой установки электростанции. Для электростанций на органическом топливе при этом к каждой турбине пар подводится от одного или двух соединенных с ней котлов. При неблочной схеме ТЭС пар от всех котлов собирается в общий коллектор.

Тепловые электростанции имеют как преимущества, так и недостатки в сравнении с другими типами электростанций.

Преимущества применения ТЭС:

- относительно свободное территориальное размещение, связанное с широким распространением топливных ресурсов;
- способность (в отличие от ГЭС) вырабатывать энергию без сезонных колебаний мощности;
- площади отчуждения и вывода из хозяйственного оборота земли под сооружение и эксплуатацию ТЭС, как правило, значительно меньше, чем это необходимо для АЭС и ГЭС;
- ТЭС сооружаются гораздо быстрее, чем ГЭС или АЭС, а их удельная стоимость на единицу установленной мощности ниже по сравнению с АЭС.

В то же время ТЭС обладают крупными недостатками:

- для эксплуатации ТЭС обычно требуется гораздо больше персонала, чем для ГЭС, что связано с обслуживанием весьма масштабного по объему топливного цикла;

- работа ТЭС зависит от поставок топливных ресурсов (уголь, мазут, газ, торф, горючие сланцы);

- переменность режимов работы ТЭС снижает эффективность, повышает расход топлива и приводит к повышенному износу оборудования;

- существующие ТЭС характеризуются относительно низким КПД (в основном до 40 %);

- ТЭС оказывают прямое и неблагоприятное воздействие на окружающую среду и не являются экологически «чистыми» источниками электроэнергии;

- наибольший ущерб экологии окружающих регионов приносят электростанции, работающие на угле, особенно высокозольном.

Среди ТЭС наиболее «чистыми» являются станции, использующие в своем технологическом процессе природный газ.

Экологическое воздействие ТЭС на биосферу и перспективы их применения.

1. По оценкам экспертов, ТЭС всего мира выбрасывают в атмосферу ежегодно около 200...250 млн т золы, более 60 млн т сернистого ангидрида, большое количество оксидов азота и углекислого газа.

2. Последствия применения ТЭС:

- вызывают так называемый парниковый эффект, приводящий к долгосрочным глобальным климатическим изменениям;

- отмечается поглощение большего количества кислорода.

3. Кроме того, к настоящему времени установлено, что избыточный радиационный фон вокруг тепловых электростанций, работающих на угле, в среднем в мире в 100 раз выше, чем вблизи АЭС такой же мощности (уголь в качестве микропримесей почти всегда содержит уран, торий и радиоактивный изотоп углерода).

Тем не менее хорошо отработанные технологии строительства, оборудования и эксплуатации ТЭС, а также меньшая стоимость их сооружения приводят к тому, что на данные станции приходится основная часть мирового производства электроэнергии. По этой причине пока совершенствованию технологий ТЭС и снижению отрицательного влияния их на окружающую среду во всем мире уделяется большое внимание.

Гидроэлектростанции.

Преимущества и недостатки производства электроэнергии на ГЭС.

ГЭС имеют наиболее высокий КПД (92 %...95 %). Это – достоинство гидроэлектростанций. На них генерируется 14 % мировой электроэнергетики. Однако данный тип станций наиболее требователен к месту возведения и, как показала практика, весьма чувствителен к соблюдению правил эксплуатации.

ГЭС, являясь важным источником энергоресурсов, к сожалению, провоцирует массу негативных последствий, от которых страдает и экология, и сами люди.

Гидроэлектростанции выполняют достаточно значимые функции в современной действительности, среди которых:

- производство электрической энергии в больших объемах;
- стабилизация частоты электрического тока в энергетической системе;
- хранение энергии воды до момента, когда потребуется ее преобразование в электрическую энергию.

Недостатки. ГЭС любой мощности способна вырабатывать наиболее дешевую электроэнергию в достаточном количестве, а также накапливать энергию благодаря созданию крупных водохранилищ, что в равнинных условиях Беларуси затруднено. Для того чтобы удалось преобразовать водяную энергию в электрическую, необходимо 4 т воды поднять на высоту более 100 м.

ГЭС, мощность которой приравнивается 1 МВт, способна работать зимой на накопленной заранее в летний период воде не менее пяти месяцев в год. Для этого потребуется через турбину обязательно пропустить около 3,6 млн т воды. Вследствие использования такого большого количества воды уровень ее может упасть на 3,6 м, поэтому возводятся специальные высокие плотины, а также водохранилища.

Гидроэлектростанции (ГЭС) в Республике Беларусь.

Учитывая малое загрязнение окружающей среды и потенциальные опасности других источников энергии, гидроэнергетика выглядит предпочтительнее, хотя, принимая во внимание равнинный тип территорий Республики Беларусь, этот тип станций не может получить приоритетное применение, особенно в условиях строительства Белорусской АЭС.

До создания единой Белорусской энергетической системы существовало 179 малых ГЭС, которые обеспечивали электроэнергией сельское хозяйство до начала 1990-х гг.

Согласно постановлению Совмина Республики Беларусь от 24 апреля 1997 г. № 400 «О развитии малой и нетрадиционной энергетики» малыми электростанциями считаются электростанции с установленной мощностью

до 6 МВт. В 2010 г. в стране действовали 36 МГЭС общей мощностью 13,5 МВт и с выработкой свыше 33 млн кВт·ч в год. В Беларуси планируется строительство сети малых ГЭС в Шклове, Речице, Могилеве, Орше на Днепре, Немновской ГЭС на Немане, ГЭС в Витебске, Бешенковичах, Верхнедвинске на Западной Двине. В настоящее время строятся Гродненская ГЭС на Немане и Полоцкая ГЭС на Западной Двине. Концерн «Белэнерго» должен рассчитываться с малыми электростанциями за поставленную электроэнергию по удвоенным тарифам. Вилейская ГЭС находится на реке Вилия, при плотине Вилейского водохранилища. Мощность 2000 кВт. Первая очередь станции введена в эксплуатацию в 1997 г., вторая – в 2002 г.

Осиповичская ГЭС – это наиболее крупная ГЭС в стране. Расположена на реке Свислочь, работает на сбросе Осиповичского водохранилища. Введена в эксплуатацию 23 ноября 1953 г., выработку электроэнергии не прекращала. Проектная мощность 2,175 МВт. Годовая выработка электроэнергии – около 10 млн кВт·ч, что достаточно для потребности г. Осиповичи.

Использование солнечной электроэнергии.

Солнечная энергия – основной энергетический источник, определяющий существование всего живого на планете Земля. Все остальные энергоносители, кроме ядерных, так или иначе возникли под действием солнечной энергии. Например, нефть образовалась в результате захоронения и последующего метаморфоза больших количеств органического вещества, полученного под действием энергии солнечных лучей.

Суммарное количество энергии, приходящей от Солнца, примерно в 17 тыс. раз превышает современное потребление энергии мировой экономикой. Определенную трудность для хозяйственного освоения прямой солнечной энергии представляет тот факт, что плотность солнечного излучения на земной поверхности мала, и распределена эта энергия по поверхности земного шара весьма неравномерно. Максимальное значение плотности приходящей солнечной энергии наблюдается в тропических пустынях, где она составляет 5...6 кВт · ч/м² в день. В умеренном поясе это значение падает до 3,4 кВт · ч/м². Такую рассеянную энергию трудно освоить технически. Считается, что к 2050 г. за счет преобразования солнечной энергии будет покрыто около 20 % мировых потребностей в электроэнергии.

В настоящее время солнечная энергия может запасаться следующим образом:

1) биологическое направление – получение растительной биомассы. Активно ведутся поиски культур, интенсивно накапливающих биомассу, которую скашивают и затем сжигают;

2) теплотехническое направление (солнечное теплоснабжение) основано на нагревании теплоносителей (например, воды) обычными или сконцентрированными солнечными лучами при помощи специальных коллекторов воды (или специальной жидкости, которая в бойлере передает тепло воде);

3) фотоэлектрическое направление – получение в специальных элементах энергии, которая запасается в аккумуляторах и потом используется. Созданы фотоэлектрические преобразователи – солнечные батареи.

Принцип работы геотермической электростанции.

Геотермальная энергетика – направление энергетики, основанное на использовании тепловой энергии недр Земли для производства электрической энергии на геотермальных электростанциях или непосредственно для отопления или горячего водоснабжения.

Тип преобразования зависит от состояния среды (пар или вода) и ее температуры. Первыми были освоены электростанции на сухом пару. Для производства электроэнергии на них пар, поступающий из скважины, пропускается непосредственно через турбину/генератор.

Условия Республики Беларусь не позволяют использовать этот вид электростанций.

Использование приливных электростанций (ПЭС).

В мировой энергетике уделяется большое внимание приливным электростанциям (ПЭС). В Республике Беларусь этот вид электростанций, учитывая географическое расположение, не используется.

Приливная электростанция – это электростанция, которая использует явление прилива, при котором она может работать как на одной фазе (приливе), так и на другой (отливе) поочередно или избирательно.

Принцип работы. В ходе прилива водой наполняется бассейн электростанции. Движение воды вращает колеса агрегатов (турбин), и электростанция вырабатывает ток. Во время отлива вода, уходя из бассейна в океан, также вращает рабочие колеса, только в обратную сторону. Рабочий агрегат (турбина) обеспечивает одинаково хорошую работу при вращении колеса в любую из сторон. В промежутках между приливом и отливом движение колес останавливается.

Достоинства и недостатки ПЭС.

К достоинствам ПЭС можно отнести следующие:

- для ПЭС электрический КПД равен 92 %...94 %;
- низкая стоимость энергии по сравнению с другими типами электростанций;

– отсутствует выброс вредных газов, в том числе и создающих парниковый эффект в атмосфере, а также золы, радиоактивных и тепловых отходов;

– отсутствуют проблемы, связанные с добычей, транспортированием, переработкой, сжиганием и складированием топлива, отрицательно влияющие на окружающую среду;

– снижение солености воды в бассейне ПЭС, определяющее экологическое состояние морской фауны, составляет 0,05 %...0,07 %, т. е. практически неощутимо;

– ледовый режим в бассейне ПЭС смягчается, исчезают торосы и предпосылки к их образованию, отсутствует силовое воздействие льда на сооружение;

– нет опасности затопления земель и волны прорыва в нижний бьеф (в отличие от ГЭС);

– влияние на ПЭС катастрофических природных и социальных явлений (землетрясения, наводнения, военные действия, терроризм) не угрожает населению в примыкающих к ПЭС районах;

– улучшение транспортной системы района, включая возможность строительства дороги на дамбе.

Наиболее существенным недостатком ПЭС является ее высокая стоимость. Она в 2,5 раза выше, чем установка гидроэлектростанции аналогичной мощности.

В 1966 г. во Франции построена ПЭС «Ране», вырабатывающая 500 млн кВт электроэнергии в год, в 1968 г. в России – Кислогубская ПЭС на Кольском полуострове, в 1984 г. – ПЭС в Канаде мощностью 20 МВт.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое природные ресурсы?
2. Основные виды природных ресурсов Земли.
3. Неисчерпаемость отдельных видов природных ресурсов.
4. Исчерпаемые природные ресурсы.
5. Обеспеченность Республики Беларусь энергоресурсами.
6. Причины и последствия топливно-энергетического кризиса в мире.
7. Что такое тонна условного топлива?
8. Недостатки использования традиционных энергоносителей.
9. Выпадение кислотных дождей.

10. Последствия кислотных осадков.
11. Действие СО на организм человека.
12. Крупнейшие техногенные катастрофы в местах добычи топливных ресурсов.
13. Техногенные катастрофы.
14. Способы увеличения коэффициента извлечения природного сырья в горнодобывающей промышленности.
15. Характеристики различных типов электростанций, их КПД, сроки службы и окупаемости.

7. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Основные причины применения альтернативных источников энергии.

Глобально-экологические: сегодня общеизвестен и доказан факт пагубного влияния на окружающую среду традиционных энергодобывающих технологий (в том числе ядерных и термоядерных), их применение неизбежно ведет к катастрофическому изменению климата уже в первых десятилетиях XXI в.

Политические: та страна, которая первой в полной мере освоит альтернативную энергетику, способна претендовать на мировое первенство и фактически диктовать цены на топливные ресурсы.

Экономические: переход на альтернативные технологии в энергетике позволит сохранить топливные ресурсы страны для переработки в химической и других отраслях промышленности. Кроме того, стоимость энергии, производимой многими альтернативными источниками, уже сегодня ниже стоимости энергии из традиционных источников, да и сроки окупаемости строительства альтернативных электростанций существенно короче. Цены на альтернативную энергию снижаются, а на традиционную – постоянно растут.

Социальные: численность и плотность населения постоянно растут. При этом трудно найти районы строительства АЭС, ГРЭС, где производство энергии было бы рентабельно и безопасно для окружающей среды. Общеизвестны факты роста онкологических и других тяжелых заболеваний в районах расположения АЭС, крупных ГРЭС, предприятий топливно-энергетического комплекса, хорошо известен вред, наносимый гигантскими равнинными ГЭС, – все это увеличивает социальную напряженность.

Эволюционно-исторические: в связи с ограниченностью топливных ресурсов на Земле, а также экспоненциальным нарастанием катастрофических изменений в атмосфере и биосфере планеты существующая традиционная энергетика представляется тупиковой; для эволюционного развития общества необходимо немедленно начать постепенный переход на альтернативные источники энергии.

7.1. Типы альтернативных источников энергии

Альтернативная энергетика – совокупность перспективных способов получения энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования при низком риске причинения вреда экологии.

Альтернативный источник энергии – способ, устройство или сооружение, позволяющие получать электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии) и заменяющие собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле.

Виды альтернативных источников энергии:

- ветроэнергетика;
- гелиоэнергетика;
- биотопливо;
- гидроэнергетика;
- тепловая энергия недр Земли;
- атмосферное электричество;
- энергия приливов и отливов Мирового океана.

Применение возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь.

В рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» 2016–2020 гг. в Республике Беларусь к началу III квартала текущего года введено в эксплуатацию 280,5 МВт установок возобновляемых источников энергии (ВИЭ), производящих «зеленую» электроэнергию. По состоянию на 01.07.2020 г. суммарная установленная электрическая мощность установок ВИЭ составляла 418 МВт, что почти в 5 раз превышает этот же показатель шестилетней давности – 88 МВт на 01.01.2014 г.

В структуре установленной мощности установок ВИЭ на пьедестале расположились: солнечные электростанции – 159 МВт (38 %), ветроэлектростанции – 109,1 МВт (26 %), гидроэлектростанции (ГЭС) – 96,1 МВт (23 %). Доля биогазовых установок составила 9,2 % (38,6 МВт), мини-ТЭЦ на биомассе – 3,7 % (15,5 МВт).

В структуре выработки электроэнергии от установок ВИЭ, с учетом разных коэффициентов использования установленной мощности по видам ВИЭ, ситуация иная. Здесь первенство начиная с 2016 г. уверенно держат ГЭС, на втором месте – ветроэнергетические установки, за которыми идут солнечные электростанции (ранее в 2018 г. они опережали ветроэнергетические установки). Еще в 2016 г. из ВИЭ мы вырабатывали в 3 раза меньше электроэнергии – 0,3 млрд кВт·ч, а в 2019 г., благодаря оказываемой государством поддержке строительства установок ВИЭ, – уже 0,9 млрд кВт·ч.

Ветроэнергетика.

Преимущества и недостатки ветроэнергетики.

Одним из перспективнейших источников энергии является ветер. Принцип работы ветрогенератора элементарен. Сила ветра используется для

того, чтобы привести в движение ветряное колесо. Это вращение в свою очередь передается ротору электрического генератора.

Преимуществом ветряного генератора является прежде всего то, что в ветряных местах ветер можно считать неисчерпаемым источником энергии. Кроме того, ветрогенераторы, производя энергию, не загрязняют атмосферу вредными выбросами.

К недостаткам устройств по производству ветряной энергии можно отнести непостоянство силы ветра и малую мощность единичного ветрогенератора. Также ветрогенераторы известны тем, что производят много шума (вследствие чего их стараются строить вдали от мест проживания людей), мешают перелетам.

Преимущества и недостатки использования солнечной электроэнергии.

К преимуществам солнечной энергии можно отнести возобновляемость данного источника энергии, бесшумность, отсутствие вредных выбросов в атмосферу при переработке солнечного излучения в другие виды энергии.

Недостатками в использовании солнечной энергии являются дороговизна оборудования, зависимость интенсивности солнечного излучения от суточного и сезонного ритма, а также необходимость больших площадей для строительства солнечных электростанций.

Важной экологической проблемой является использование при изготовлении фотоэлектрических элементов для гелиосистем ядовитых и токсичных веществ, что создает затруднения в их утилизации.

Биотопливо.

Преимущества и недостатки применения биотоплива.

Основными преимуществами являются:

- утилизация органического мусора, снижение уровня загрязнения окружающей среды;
- биотопливо изготавливается из различного сырья, такого как навоз, отходы сельскохозяйственных культур и растений, выращенных специально для топлива. Это возобновляемые ресурсы, которые, вероятно, не закончатся в ближайшее время. Биотопливо снижает выбросы парниковых газов. Кроме того, при выращивании культур для биотоплива они частично поглощают оксид углерода, что делает систему использования биотоплива еще более устойчивой;
- биотопливо довольно легко транспортировать, оно обладает стабильностью и довольно большой «энергоплотностью», его можно использовать с незначительными модификациями существующих технологий и инфраструктуры.

К недостаткам применения биотоплива относятся:

- ограничения региональной пригодности (в некоторых местностях просто невозможно выращивать биотопливные культуры, например, в местности с холодным или засушливым климатом);
- водопользование – чем меньше воды используется для выращивания сельскохозяйственной культуры, тем лучше, т. к. вода является ограниченным ресурсом;
- продовольственная безопасность (слишком активное выращивание биотоплива может привести к голоду). Проблема с выращиванием сельскохозяйственных культур для топлива заключается в том, что они займут землю, которую можно было бы использовать для выращивания продуктов питания;
- разрушение среды обитания животных и риск изменения окружающей среды вследствие применения удобрений и пестицидов при выращивании биотопливных культур (чаще всего это монокультуры для удобства выращивания).

Тепловая энергия недр Земли.

Преимущества и недостатки использования тепла недр Земли.

Для разработки данного источника энергии применяются геотермальные электростанции, использующие энергию высокотемпературных грунтовых вод, а также вулканов. На сегодняшний день более распространенной является гидротермальная энергетика, использующая энергию горячих подземных источников. Она основана на использовании «сухого» тепла земных недр, однако на данный момент развита слабо; основной проблемой считается низкая рентабельность такого способа получения энергии.

К преимуществам геотермальных источников энергии можно отнести неисчерпаемость и независимость от времени суток и времени года.

К негативным сторонам этих источников можно отнести тот факт, что термальные воды сильно минерализованы, а зачастую еще и насыщены токсичными соединениями, что делает невозможным сброс отработанных термальных вод в поверхностные водоемы. Поэтому отработанную воду необходимо закачивать обратно в подземный водоносный горизонт.

Кроме того, некоторые ученые-сейсмологи выступают против любого вмешательства в глубокие слои Земли, утверждая, что это может спровоцировать землетрясения.

Атмосферное электричество.

Преимущества и недостатки использования атмосферного электричества.

В нижних слоях атмосферы Земли идут интенсивные процессы испарения, переноса тепла и влаги, образования облаков, сопровождающиеся

явлениями электризации. В результате у поверхности Земли напряженность электростатического поля достигает 100...150 В/м летом и до 300 В/м зимой, значительно изменяясь от погодных условий. В атмосфере постоянно висит положительный объемный заряд величиной около 0,57 млн Кл. Энергетический ресурс заряженной атмосферы оценивается величиной около 107 ГВт, что не менее чем в 250 раз превышает потребности человеческой цивилизации в энергии.

В качестве преимуществ атмосферных электростанций отмечаются следующие факторы:

- атмосферная электростанция способна вырабатывать энергию постоянно и не выбрасывает в окружающую среду никаких загрязнителей;
- в случае открытия способа хранения и создания суперконденсатора атмосферного электричества, он будет постоянно подзаряжаться с помощью возобновляемых источников энергии – Солнца и радиоактивных элементов земной коры.

Недостатки:

- атмосферное электричество необходимо либо использовать сразу же, на месте получения, либо преобразовывать в любую другую форму, например в водород;
- значительная разрядка земельно-ионосферного суперконденсатора может нарушить баланс глобального электрического контура Земли с негативными последствиями для окружающей среды;
- высокое напряжение в системах атмосферных электростанций может быть опасным для обслуживающего персонала;
- электроразрядное оборудование необходимого размера сложно обслуживать и поддерживать на необходимой высоте. Кроме того, оно может представлять опасность для авиации.

Грозовая энергетика – это пока лишь теоретическое направление. Молния – сложный электрический процесс.

Геотермальная энергетика.

Геотермальная энергетика на базе термальных (горячих подземных) вод развивается достаточно интенсивно в США, на Филиппинах, в Мексике, Италии, Японии, где построены геотермальные тепловые электростанции.

В России большие ресурсы геотермальной энергии имеются на Камчатке, Сахалине и Курильских островах, меньшие – на Кавказе.

В Республике Беларусь осуществляется строительство первой геотермальной установки с тепловой мощностью 1...1,5 тыс. кВт для обеспечения тепловой энергией тепличного комбината в пригороде г. Бреста.

Для современных геотермальных электростанций характерен умеренный уровень выбросов углекислого газа. В среднем он равен 122 кг на мегаватт-час электроэнергии, что значительно меньше выбросов при производстве электроэнергии с использованием других видов ископаемого топлива.

При использовании геотермальной энергии для получения тепла КПД превышает единицу.

7.2. Перспективы развития ветроэнергетики в мире и Республике Беларусь

Ветроэнергетика – это отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве.

Ветроэнергетика на сегодняшний день является одним из наиболее динамично развивающихся и перспективных видов источников возобновляемой энергетики и важным направлением в энергосбережении. История использования энергии ветра начинается с изобретения ветряных мельниц в древней Персии (примерно в 200-м г. до н. э.), в Европу же технология была принесена крестоносцами в XIII в. Ветряные мельницы, наряду с водяными мельницами, были единственными машинами, которые использовало человечество. Поэтому применение этих механизмов было различным: в качестве мукомольной мельницы, для обработки материалов в лесопилках и в качестве насосной или водоподъемной станции.

Первый ветрогенератор для выработки электроэнергии был разработан в конце XIX в. Ветроэнергетика стала важным источником выработки энергии на планете. По состоянию на конец 2018 г. во всем мире общая установленная мощность ветроэлектростанций всех типов достигла 591 ГВт, из которых 189 ГВт принадлежит Европе.

Ветряная электростанция – группа ветрогенераторов, которые объединены для того, чтобы обеспечивать определенный регион электроэнергией. Ветрогенератор (ветроэнергетическая установка) – устройство для получения электроэнергии из ветра. При количестве ветрогенераторов более 100 такие электростанции называют ветряными фермами.

Особенности применения ветроэлектростанций в Республике Беларусь. Средняя скорость ветра в Республике Беларусь составляет 3,5...5 м/с. Промышленная скорость ветра должна достигать 7...12 м/с. На территории страны выявлено 1640 площадок для размещения ветроэнергетических

установок (ВЭУ) с теоретически возможным энергетическим потенциалом более 1600 МВт.

Страны-лидеры в мире по ветроэнергетике по данным Глобального ветроэнергетического совета (GWEC) за 2018 г.:

- Китай – установленная мощность 221 ГВт. Является мировым лидером в области ветроэнергетики, имея более трети мировых мощностей;
- США – установленная мощность 96,4 ГВт (страна находится на втором месте). Основные мощности базируются на суше;
- Германия – установленная мощность 59,3 ГВт. Имеет самую высокую установленную мощность ветра в Европе;
- Индия – установленная мощность 35 ГВт. Имеет вторую по величине ветроэнергетическую мощность в Азиатском регионе после Китая;
- Испания – установленная мощность 23 ГВт;
- Великобритания – установленная мощность 20,7 ГВт. Основную долю мощностей представляет оффшорная ветроэнергетика (ветропарки морского базирования). Стране принадлежит шесть из 10 самых больших оффшорных ветроэнергетических проектов в мире;
- Франция – установленная мощность 15,3 ГВт;
- Бразилия – установленная мощность 14,5 ГВт;
- Канада – установленная мощность 12,8 ГВт;
- Италия – установленная мощность 10,1 ГВт.

Устройство и принцип работы ветроэлектрических установок.

Принцип работы. ВЭУ преобразует кинетическую энергию воздушных потоков в механическую, которая используется для вращения ротора генератора электротока.

Промышленные ВЭУ используются в построении ветряных электростанций. Их мощность может достигать 7,5 МВт. Она зависит от конструкции ветряка, силы воздушного потока, плотности воздуха и площади обдуваемой поверхности.

Устройство. Промышленная ВЭУ обычно состоит из фундамента, силового шкафа управления, башни, лестницы, поворотного механизма, гондолы, электрогенератора, механизма слежения за параметрами ветра, тормозной системы, трансмиссии, лопастей, обтекателя, коммуникаций и системы защиты от молний.

Типы ВЭУ. Ветроурубины бывают с вертикальной осью вращения (карусельные лопастные и т. д.) и горизонтально-осевые – кругового вращения, которые наиболее распространены из-за простоты устройства и высокого КПД.

7.3. Виды фотоэлектрических преобразователей, достоинства и недостатки солнечных батарей и коллекторов

В 1839 г. Александр Эдмон Беккерель открыл фотогальванический эффект.

В 1883 г. Чарльзу Фриттсу удалось сконструировать первый модуль с использованием солнечной энергии, а основой для него послужил селен, покрытый тончайшим слоем золота. Американским исследователем было установлено, что такое сочетание элементов позволяет, хоть и в минимальной степени (около 1 %), преобразовывать энергию Солнца в электричество. 1883 г. принято считать годом рождения эры солнечной энергетики.

Сегодня солнечные электростанции активно используются более чем в 80 странах, они преобразуют солнечную энергию в электрическую. Существуют разные способы такого преобразования и, соответственно, различные типы солнечных электростанций. Наиболее распространены станции, использующие фотоэлектрические преобразователи (фотоэлементы), объединенные в солнечные батареи.

Устройство солнечных элементов.

Солнечные элементы представляют собой фотоэлектрические преобразователи, которые превращают излучаемую электромагнитную энергию в электрическую, т. е. изменение измеряемого значения излучения преобразуется в изменение выходного напряжения.

Конструкция преобразователя включает в себя слой фоточувствительного высокоомного материала, размещенного между двумя проводящими электродами.

Устройство солнечного элемента. Один из электродов выполнен из прозрачного материала, через который проходит излучение и попадает на фоточувствительный материал. При полном освещении один элемент вырабатывает выходное напряжение между электродами около 0,5 В.

Принцип работы солнечных фотоэлементов.

Солнечная батарея представляет собой несколько соединенных между собой фотоэлементов, сердцем которых являются кремниевые кристаллы. Из кремниевых кристаллов изготавливают пластины, на которые с одной стороны наносят тончайший слой фосфора, с другой – тончайший слой бора. В месте контакта кремния с фосфором и бором возникает связь, а именно: при взаимодействии четырехвалентного атома кремния с трехвалентным атомом бора появляются так называемые «дырки», а при взаимодействии с пятивалентным атомом фосфора – один электрон становится свободным. Таким образом, с точки зрения физики на стыке сред, обладающих избытком

и недостатком электронов, образуется p – n -переход. Фотоны от солнечного света бомбардируют поверхность пластины и «вышибают» избыточные электроны фосфора к недостающим электронам бора. В результате возникает упорядоченное движение электронов или электрический ток, который далее поступает или к потребителям, или в аккумуляторные устройства (инвенторные системы).

Сопротивление материала является функцией плотности основных носителей заряда, и т. к. плотность увеличивается с возрастанием интенсивности излучения, то проводимость повышается. Поскольку проводимость обратно пропорциональна сопротивлению, можно заключить, что сопротивление является обратной функцией интенсивности облучения.

Значение сопротивления фотоэлементов при полном облучении составляет в общем случае 100...200 Ом, а в полной темноте это сопротивление измеряется в мегаомах.

Виды солнечных батарей и их применение.

Виды солнечных батарей:

- солнечные батареи из монокристаллического кремния (наиболее распространенный и популярный вид);
- солнечные батареи из мультикристаллического кремния;
- солнечные батареи из поликристаллического кремния;
- солнечные батареи на основе теллуида кадмия;
- солнечные батареи на основе CIGS (хлоркадмийоксиды).

КПД солнечных станций и их ввод в Республике Беларусь.

Одним из самых важных параметров фотоэлемента, который используется в качестве источника электрической энергии, является коэффициент полезного действия (КПД).

КПД солнечного элемента – это отношение максимальной мощности электрического тока, который можно получить от фотоэлемента, к мощности светового излучения, падающего на фотоэлемент.

КПД будет тем больше, чем большая часть спектра светового излучения участвует в генерации носителей тока.

Одним из путей повышения КПД солнечных батарей является создание фотоэлементов с максимально широкой спектральной характеристикой. Изготавливаемые из кремния фотоэлементы имеют КПД до 12 %; фотоэлементы на основе соединений арсенида галлия – до 20 %.

На 01.01.2019 г. на территории Республики Беларусь были введены 55 солнечных фотоэлектрических станций (ФЭС) общей мощностью 156,6 МВт. Крупнейшая – Речицкая ФЭС ПО «Белоруснефть» – 56 МВт.

В 2018 г. была введена в эксплуатацию солнечная электростанция мощностью 3,6 МВт в ООО «Интерриджинал Энерджи Компани» (г. Костюковичи, Могилевская область).

В 2020 г. введена в строй Чериковская солнечная электростанция установленной мощностью 109 МВт.

Применение солнечных коллекторов для подогрева воды.

Солнечный коллектор – устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев теплоносителя. Наибольшее применение нашли плоские коллекторы, размещаемые на крыше здания.

Применяются две схемы:

- 1) без бойлера;
- 2) с бойлером.

Вторая схема позволяет реализовать максимальную эффективность солнечных коллекторов, т. к. они всегда работают с минимально возможной начальной температурой воды, без участия отдельного электроподогрева. Электрический ТЭН находится в отдельном бойлере-подогревателе емкостью, в 3–5 раз меньшей, чем основной накопительный бак. Это позволяет снизить «дежурный» объем горячей воды и, соответственно, расходы электроэнергии на догрев. Например, за день накопительный бак нагрелся до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на термостате бака-догревателя установлена температура $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из скважины поступает холодная вода $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. По мере расходования горячей воды из накопительной емкости теплая вода с $T = +35\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет вытесняться снизу вверх поступающей холодной водой ($T = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$) в бак-догреватель. Потребитель при этом будет получать воды столько, сколько нужно. Подогрев лишней воды исключается.

7.4. Альтернатива бессвинцовому бензиновому топливу

Автомобиль на природном газе – это один из основных в настоящее время видов автомобилей на альтернативном топливе. Для заправки транспорта используют различные виды газа: метан (природный газ), пропан, бутан и их смеси (так называемые углеводородные газы) в сжатом или сжиженном виде. Для того чтобы получить сжатый (компримированный) газ, метан сжимают при помощи компрессора. Его объем при этом уменьшается в 200–250 раз. Для получения сжиженного газа природный газ нужно охладить до температуры $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Объем газа при этом уменьшается в 600 раз.

Природный газ считается экологичным видом топлива. В выхлопных газах автомобиля, работающего на «голубом топливе», вредных веществ в 5 раз меньше по сравнению с автомобилем с бензиновым двигателем. Природный газ (метан) – самое безопасное топливо из всех доступных. Не содержит примесей, а значит, не образует отложений в топливной системе при сгорании. Двигатель на газе работает дольше и эффективнее. В случае аварии метан не скапливается в углублениях и не образует горючую смесь паров с воздухом. Так как газ легче воздуха, он сразу улетучивается, поэтому его утечка не представляет опасности.

В 1860 г. французский изобретатель Этьен Ленуар сконструировал первый практически пригодный газовый двигатель внутреннего сгорания. Он придумал воспламенять газоздушную смесь в двигателе с помощью электрической искры. В конце 40-х и начале 50-х гг. XX в. в СССР производили газобаллонные автомобили на метане и развивали сеть автозаправочных станций. Сегодня крупнейшие производители таких автомобилей – Volvo, Audi, Chevrolet, Daimler-Benz, Iveco, MAN, Opel, Peugeot, Citroen, Scania, Fiat, Volkswagen, Ford, Honda, Toyota и др.

Особенности применения природного газа для автомобиля.

1. Природный газ (метан) – это самый экологически чистый вид топлива, при сгорании которого образуется лишь углекислый газ и вода.

2. Ближайшим конкурентом природного газа является пропан-бутан (который начал ранее применяться в качестве топлива для автомобиля). В связи с повышенным до 30 % расходом и более высокой стоимостью смесей пропан-бутана эффективность природного газа очевидна. К тому же пропан-бутан находится в баллоне в сжиженном состоянии, требует прогрева авто перед переходом на газ в зимнее время, а его качество сильно зависит от процентного соотношения пропана и бутана. Физические свойства этого газа представляют большую опасность по сравнению с метаном. При утечках пропан-бутан скапливается в приямках, в то время как метан поднимается вверх и растворяется в атмосфере.

3. С учетом особенностей метана – октановое число 105...115 ед. и более высокая температура горения – в конструкцию моторов вносятся определенные изменения. Например, применяются более высокая степень сжатия, детали поршневой группы и клапаны из более термостойких сталей.

4. При применении заводского газомоторного оборудования (ГМО) в комплект входят баллоны повышенной прочности и долговечности. Они расположены так, что их не видно и не «съедается» полезное пространство багажника.

5. В Республике Беларусь на сегодняшний день сеть заправок газом состоит из 27 стационарных АГНКС. Все они находятся в собственности ОАО «Газпромтрансгаз Беларусь». Для расширения географии реализации КПП организовано 19 пунктов бескомпрессорной заправки, удаленных от стационарных АГНКС, для доставки газа к заправочным пунктам используются 15 передвижных автомобильных газозаправщиков. Для развития парка газомоторных автомобилей ОАО «Газпромтрансгаз Беларусь» имеет восемь участков по монтажу газобаллонного оборудования, ремонту и сервисному обслуживанию газотопливной аппаратуры и два пункта технической диагностики и периодического освидетельствования баллонов.

Перспективы использования природного газа как моторного топлива в Республике Беларусь.

В Республике Беларусь имеются все предпосылки для расширения использования природного газа в качестве моторного топлива:

- во-первых, плотность сети действующих станций уже полностью обеспечивает транзит транспорта через Беларусь, наибольшее расстояние между АГНКС по основным маршрутам составляет 150 км;
- во-вторых, все регионы республики газифицированы и не возникает проблем с размещением заправочных станций в удаленных регионах;
- в-третьих, экологический аспект. Государством уже предпринимаются активные шаги, направленные на защиту окружающей среды.

В утвержденной Стратегии по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух Республики Беларусь на период до 2030 г. предусматривается поэтапный переход системы общественного и коммунального транспорта на экологически более безопасные виды топлива.

Началом активизации работ по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива в Республике Беларусь явилось подписание в 2012 г. двухстороннего Протокола о намерениях сотрудничества между Правительством Республики Беларусь и ОАО «Газпром» (Россия).

Один из важных пунктов этого документа – договоренность о предельной отпускной цене КПП на уровне, не превышающем 50 % цены дизельного топлива. Сегодня данное соотношение составляет около 38 %.

Развитие газомоторной техники в Республике Беларусь.

Имеются первые значимые успехи в развитии отечественного производства газомоторной техники:

- в серийном производстве находится городской низкопольный автобус Минского автомобильного завода, оснащенный двигателем, работающим на природном газе (готов к мелкосерийному производству тя-

гач МАЗ-5340 с газовым двигателем, на шасси которого будет выпускаться коммунальная и другая функциональная техника);

- Гомельским авторемонтным заводом выпущен первый образец газового городского автобуса малой вместимости «Радзіміч»;

- Минским тракторным заводом изготовлен трактор «Беларус», работающий в газодизельном цикле, сейчас он проходит испытания;

- ОАО «БЕЛАЗ» планирует производство карьерной техники, работающей на природном газе;

- ОАО «Лидские автобусы «Неман» готово оснащать 18-местный автобус серии 3232 малого класса двигателем, работающим на КПП;

- Минский моторный завод выпустил двигатель, работающий по газодизельному циклу, и планирует разработку двигателя, работающего только на метане;

- Холдинг «Амкодор», одно из ведущих предприятий по производству специальных машин, проявил заинтересованность в использовании сжиженного природного газа в качестве моторного топлива для выпускаемой техники;

- важным событием стало поручение Правительства Республики Беларусь при обновлении автобусных парков страны предусматривать закупку автобусов МАЗ.

Перспективы применения электромобилей.

Основные преимущества электромобилей:

- экологичность. Такие машины не используют топливо на основе нефтепродуктов, а потому нет выброса в атмосферу токсичных выхлопов;

- безопасность. По сравнению с классическими автомобилями заметно снижена пожаро- и взрывоопасность;

- экономичность. Бензин и дизельное топливо стоят дороже электричества, а потому экономия для автовладельца очевидна;

- высокий показатель КПД. Если у бензинового движка КПД составляет порядка 45 %, то у электрического – 95 %;

- низкий уровень шума из-за меньшего количества подвижных частей.

Транспортные средства с электрическим мотором были созданы раньше машин с двигателем внутреннего сгорания. Первый электромобиль в виде тележки с электромотором был создан в 1841 г.

В 1899 г. в Санкт-Петербурге русский дворянин и инженер-изобретатель Ипполит Романов создал первый русский электрический омнибус на 17 пассажиров.

Мировое производство электрокаров по-настоящему началось 10 лет назад. Общее число всех проданных легковых и грузовых электромобилей достигло 2 000 000 проданных единиц к декабрю 2016 г.

В декабре 2016 г. компания Nissan сообщила, что к ноябрю 2016 г. общая величина пробега всех проданных электромобилей Nissan LEAF достигла 3 млрд км, что позволило предотвратить 500 000 т выбросов углекислого газа в атмосферу.

В декабре 2016 г. Норвегия становится первой в мире страной с 5 % электромобилей от общего числа всех автомобилей в стране.

Перспективы развития электромобилей в Республике Беларусь.

В Республике Беларусь введена в эксплуатацию БелАЭС, что создаст избыток электроэнергии как основную предпосылку для выпуска отечественных электрокаров.

По прогнозам Совмина Республики Беларусь, к 2025 г. количество электрокаров в стране достигнет 32 тыс.

Такое большое количество электрокаров потребует и обширной сети зарядных станций. Мест, где можно зарядить электромобиль, пока недостаточно даже в Минске, не говоря уже о трассах и областных городах.

В основном установкой таких станций занимается «Белоруснефть». В ближайшие годы появится 37 мест для зарядки электромобилей на уже действующих автозаправках «Белоруснефти». Согласно программе по развитию электротранспорта, о которой упоминалось ранее, к 2025 г. в стране должно действовать 260 станций зарядки.

В нашей стране предпринимаются усилия наладить производство собственных машин с электрическим мотором. Прототип – электромобиль на основе Geely – был представлен публике летом 2017 г. Объединенным институтом машиностроения, испытания проходили на полигоне в Липках.

Опытный образец электромобиля имеет следующие характеристики: передний привод, вес 1,3 т, вместительность – пять человек. Время зарядки зависит от источника питания. Это или 6 ч (источник 220 В), или 3...4 ч (380 В). На одной зарядке электроавтомобиль мог проехать порядка 150 км.

Электроминивэн Joylong IFLY EF5 (еще один вариант белорусского производства) планировали с сентября 2019 г. начать серийно выпускать под Минском на заводе «Юникон» при поддержке российской инжиниринговой компании «АТАС Групп Рус». Китайский электроминивэн Joylong IFLY EF5 – это копия Toyota Alphard, которая выпускалась с 2002 г. Опытный образец был представлен на выставке Объединенного института машиностроения НАН Беларуси в декабре 2018 г. Со временем планируется использовать компоненты белорусского производства.

7.5. Энергия биомассы и производимые виды топлива, перспективы ее использования в Республике Беларусь

При использовании этилированного бензина в продуктах сгорания присутствует свинец, который способствует повышению срока службы выхлопных клапанов, что связано с особенностями композиционного состава их материала.

Растущая потребность в автомобильных бензинах и ужесточение экологических требований к их качеству при относительно ограниченных ресурсах нефтяного сырья вызывают необходимость оптимизации отдельных показателей автомобильного топлива на основе все более широкого использования продуктов глубокой переработки нефти, новых присадок и синтетических компонентов. По экологическим причинам (токсичность окислов свинца в продуктах сгорания бензина) использование этилированных бензинов во всех странах мира непрерывно сокращается, в США и Японии – полностью прекращено. В России производство этиловой жидкости прекращено с 1 января 2002 г. Этого не наблюдается при работе на полностью бессернистом топливе. Все более популярным таким топливом для автомобилей становится биотопливо. Биотопливо – это один из видов альтернативного топлива, которое производится из биомассы в виде растительного или животного сырья, а также из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

Биомасса сегодня считается возобновляемым источником энергии, т. к. содержащаяся в ней энергия производится в процессе фотосинтеза, когда растения преобразуют лучистую энергию Солнца в органические вещества, входящие в состав всех видов растительности, растительные отходы сельского хозяйства, деревообрабатывающей и других видов промышленности.

Биотопливо.

Получение энергии обеспечивается за счет использования биомассы следующих видов:

– древесная биомасса, включающая лесоматериалы: необработанные, а также те, которые остались от переработки дерево- и пиломатериалов; молодые деревья, которые быстро растут и посажены специально для вырубки (ива, тополь, ольха и т. д.);

– недревесная биомасса в виде отходов растениеводства и животноводства, а также сельскохозяйственные зерновые, зернобобовые и овощные культуры (рожь, пшеница, кукуруза, рапс, лен, свекла и т. д.), от кото-

рых остается много растительной части, пригодной для сжигания или переработки;

- водная растительная биомасса (водоросли, макрофиты и др.).

Преимуществами биотоплива являются:

- экологичность – самый важный фактор, который предотвращает засорение окружающей среды выхлопными газами и продуктами внутреннего сгорания;
- цена – стоимость биотоплива на порядок ниже, чем того же бензина;
- топливная система не засоряется, на двигателе не образуется гарь, сажа.

Недостатки хоть и небольшие, но все же есть:

- при переходе на биотопливо надо тщательно следить за чистотой топливной системы;
- нужно помнить то, что двигатель при работе на биотопливе зимой греется дольше обычного и необходимо использование значительно большего количества топлива.

Из биомассы сегодня производят жидкое, твердое и газообразное биотопливо.

Биоэтанол – самый популярный вид биотоплива.

Биоэтанол – это обычный этанол, полученный в ходе переработки и брожения сельскохозяйственных культур.

Виды сырья для этанола. Чаще всего используют кукурузу и сахарный тростник, реже – картофель, ячмень, сахарную свеклу – т. е. те продукты, которые содержат много крахмала или сахара, что способствует хорошему брожению.

Особенности использования биоэтанола. В основном этанол смешивают с бензином в соотношении 10 % этанола и 90 % бензина. Эта формула чаще всего встречается в мире, под нее не нужно перерабатывать топливную систему автомобиля. Если же этанола 90 %, а бензина 10 %, тогда требуется смена всей системы.

Эффективность. На первый взгляд, 10 % замены бензина мало – но даже эта замена играет большую роль в сохранении окружающей среды.

Этанол растворяет гарь и сажу в топливной системе и поддерживает ее в чистоте. Из-за этого расход топлива увеличивается всего на 5 %...7 %.

Биодизель – второй вид биотоплива по популярности.

Биодизель, так же как и биоэтанол, получают путем переработки сельскохозяйственных растений, но не крахмальных или сахарных, а тех, которые в большом количестве содержат масла.

Сырье для производства биодизеля – соя, подсолнух или рапс, из которых получают сначала растительные масла. Производство биодизеля более затратное, чем этанола. Надо сначала вырастить растения, собрать нужное сырье, а затем переработать. Именно переработка больше всего требует затрат. Дело в том, что полученное сырье – масло нужно переэтерифицировать метанолом при температуре 60 °С и нормальном давлении. Осуществление этих технологических процессов требует применения более сложного оборудования, чем для получения этанола.

Особенности использования. Биодизель хранить необходимо не более трех месяцев, т. к. он разлагается с течением времени.

Процесс производства заключается в том, что необходимо уменьшить вязкость масла с помощью спирта. Любое масло состоит из триглицеридов, т. е. в составе присутствует глицерин – он и увеличивает вязкость масла. Поэтому нужно нейтрализовать глицерин с помощью спирта. Данный процесс называется трансэтерификацией.

В конечном итоге получается чистый биодизель цвета меда, который должен отвечать основному требованию – на вид не содержать никаких примесей. Если он слегка мутный – значит, там есть вода, которая удаляется в процессе нагревания.

Наибольшее применение нашли два вида жидкого биотоплива: биоэтанол и биодизель.

Перспективы применения других видов биотоплива.

В перечень видов биотоплива автомобилей также входит биометан – газ, получаемый от разных отходов – растений, древесной стружки, соломы, кожуры фруктов и овощей, т. е. от второсортного сырья. От прессовки и скопления этих продуктов получают метан – биогаз, который состоит из метана и углекислого газа. Чтобы применить его в автомобилях, нужно очистить от углекислого газа. Перспективы применения биогаза для отопления помещений и при производстве любой продукции не вызывают сомнений.

Самым современным видом биотоплива, которому еще нет практического применения, является топливо из водорослей. Но этот вид пока на этапе разработки. Преимущество такого типа топлива в том, что сырье можно выращивать и в воде, и на непригодных для хозяйства участках земли. Биотопливо из водорослей экономически выгодно. Не нужно тратить большие усилия, чтобы вырастить водоросли, а они имеют самые большие показатели по объему топлива после переработки. Сегодня можно сделать вывод о том, что биомасса из водорослей со временем станет в условиях недостатка традиционных видов топлива одним из перспективных видов ВИО.

В последующих разделах рассматриваются вопросы применения биотоплива в теплоэнергетике, отходов производства для получения энергии и биогаза.

7.6. Перспективы использования различных видов отходов в теплоэнергетике страны

Производство тепловой энергии.

Основными компонентами, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании различных видов топлива в энергоустановках, являются CO_2 и H_2O , продукты неполного сгорания топлива – оксид углерода, сажа, углеводороды, несгоревшие частицы твердого топлива, зола, шлаки и прочие механические примеси. По объему образования и составу твердые отходы сжигания топлива (золы и шлаки) близки к металлургическим шлакам. На 80 %...90 % химический состав золошлаковых отходов представлен оксидами Si, Al, Fe, Ca и Mg. Помимо этого, в них присутствуют соединения Ti, V, Ge, Ga, S, а также несгоревшие частицы топлив.

Золы сланцев и торфа содержат значительные количества CaO и используются для известкования кислых почв вследствие содержания значительных количеств K и P, а также микроэлементов, необходимых ряду сельскохозяйственных культур. Они применяются практически без какой-либо дополнительной обработки в качестве удобрений. Некоторые виды золошлаковых отходов используют в качестве агентов очистки промышленных стоков.

Золы углей и нефти содержат многие металлы. Максимальные концентрации Sr, V, Zn, Ge в золе углей могут достигать 10 кг/т. В золе нефти содержание V_2O_5 в отдельных случаях достигает по массе 65 %. Зола торфа содержит значительные количества U, Co, Cu, Ni, Zn, V, Pb.

Экологическое совершенствование теплоэнергетики идет по различным взаимодополняющим направлениям:

- улавливание, обезвреживание и целевая переработка газообразных выбросов, использование твердых отходов в других производствах и минимизация водопотребления;
- «улучшение» топлива путем предварительного удаления из него вредных примесей или переработки твердого горючего на жидкие продукты;
- использование принципиально отличных от реакции горения источников энергии.

Использование древесных отходов.

Древесина добывается на постоянной основе: в лесах в процессе вырубки. Оценить ежегодный прирост лесов на Земле достаточно сложно. По одной из приблизительных оценок он составляет $12,5 \cdot 10^9$ м³/год с содержанием энергии 182 ЭДж. Таким образом, часть прироста может быть дополнительно использована в энергетических целях в процессе ухода за лесами и, возможно, даже увеличения при этом их производительности. Во время прореживания лесных плантаций создается большое количество древесных отходов. Сегодня они зачастую остаются гнить на месте. Это происходит даже в странах, в которых ощущается недостаток топлива.

Древесные отходы могут быть собраны, высушены и использованы в качестве топлива частными и местными промышленными потребителями, однако большой объем и влажность делают их транспортировку экономически нецелесообразной. Механические измельчающие машины для производства древесной щепы (30...40 мм) были созданы в Европе и Северной Америке в течение последних 25 лет. Такая щепа может быть легко высушена и использована в специализированных котлах.

Использование порубочных остатков для отопления и/или производства электроэнергии представляет собой растущий бизнес во многих странах. Американские энергоснабжающие компании имеют более 9000 МВт мощностей, работающих с использованием биомассы (эквивалент девяти атомных блоков). Большинство установок построено за последние 20 лет. В Австрии общая мощность домашних котлов и котлов централизованного теплоснабжения (ЦТ), сжигающих древесные отходы, кору и щепу, достигает 1250 МВт. Мощность большинства котлов ЦТ находится в диапазоне 1...2 МВт. Имеется несколько установок большей мощности (15 МВт) и большое количество малых когенерационных установок.

Следующим источником древесных отходов является обработка деловой древесины. Сухие опилки и другие отходы, возникающие в процессе распиловки, представляют собой качественное топливо. По существующим оценкам, британская мебельная промышленность поставляет 35000 т таких отходов в год (третья часть от общего количества), обеспечивая 0,5 ПДж энергии для отопления и горячего водоснабжения, а также для получения пара. В Швеции, где биомасса уже сегодня обеспечивает около 15 % первичной энергии, отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности дают 200 ПДж в год, в основном в качестве топлива для ТЭЦ.

Общепризнанной технологией использования сухих измельченных древесных отходов является технология производства пеллет и брикетов. Пеллеты – это топливные гранулы диаметром $d = 8...11$ мм и дли-

ной $L = 5...25$ мм с удельной массой $1300...1400$ кг/м³, изготовленные из отходов деревообработки (опилки, стружки, щепы и др.). Они обладают хорошими свойствами: высокая плотность, не боятся влаги, высокая удельная теплотворная способность $17...22$ МДж/кг (как у традиционного угля), экологически чистая технология (малая доля выбросов CO₂, низкая зольность). Сегодня пеллеты в Европе имеют исключительный экспортный потенциал.

Особенности сжигания пеллет и щепы.

Сжигание древесины может быть разбито на четыре фазы:

- 1) кипение воды, содержащейся в древесине. Даже древесина, высушенная в течение нескольких лет, содержит от 15 % до 20 % воды в клеточной структуре;
- 2) выделение газовой (летучей) составляющей. Очень важно, чтобы эти газы сгорали, а не «вылетали в трубу»;
- 3) выделяющиеся газы смешиваются с атмосферным воздухом и сгорают под воздействием высокой температуры;
- 4) сгорание остатков древесины (преимущественно углерод). При хорошем сжигании энергия используется полностью. Единственным остатком является небольшое количество золы.

Для эффективного сжигания необходимы три условия:

- 1) достаточно высокая температура;
- 2) достаточное количество воздуха;
- 3) достаточное время для полного сгорания.

Эффективность сжигания древесины в котлах.

Один кубический метр сухой древесины содержит 10 ГДж энергии (10 млн кДж). Для нагревания 1 л воды на 1 град требуется 4,2 кДж тепловой энергии. Для того чтобы довести до кипения 1 л воды, потребуется менее 400 кДж, содержащиеся в 40 см³ древесины, – т. е. небольшая деревянная палочка. На практике на открытом огне потребуется, по крайней мере, в 50 раз большее количество древесины.

Использование отходов растениеводства.

Отходы растениеводства и животноводства могут обеспечивать значительным количеством энергии, уступающим только древесине, которая является главным видом топлива из биомассы на Земле. Сельскохозяйственные отходы включают: отходы растительных культур, например, солому, некондиционную продукцию и излишки производства, а также отходы животноводства в виде навоза. Каждый год в мире образуются миллионы тонн соломы. Более половины этого количества не используется. Во многих странах она сжигается на полях или запахивается в землю.

В некоторых развитых странах экологическое законодательство запрещает сжигание соломы на полях. Это привлекло внимание к соломе как к потенциальному источнику энергии. Энергетическое использование растительных остатков вызывает вопрос о том, какое количество может быть использовано без негативного воздействия на урожай. В соответствии с опытом развитых стран около 35 % растительных остатков может быть удалено без воздействия на будущий урожай.

Солома – сложный вид топлива. Обеспечение котла соломой затруднено ее неомогенной структурой, относительно большой влажностью и большим объемом по сравнению с содержанием энергии. Объем соломы превышает в 10–20 раз объем угля с аналогичным количеством энергии. Более того, 70 % сгораемых компонентов соломы содержатся в летучих газах, выделяющихся в процессе сжигания, что требует специальной конструкции топки и организации потока воздуха в ней. В соломе присутствуют соединения хлора, которые могут вызвать проблемы с коррозией при высоких температурах. Температура плавления соломенной золы относительно низкая из-за высокого содержания щелочных металлов. В результате могут возникать проблемы с золоудалением.

Топливо из быстрорастущих растений.

Биомасса может специально выращиваться на энергетических плантациях в виде деревьев или других видов растений, например, травы, сорго, сахарный тростник. Все эти виды растений могут быть использованы в качестве топлива. Основным преимуществом при этом является короткий период выращивания – обычно от трех до восьми лет. Для некоторых видов трав урожай может собираться каждые 6–12 месяцев. В мире существует около 100 млн га земли, используемой для плантаций древесных культур.

Важными параметрами при выборе видов растений для выращивания на энергетических плантациях являются: наличие вида на местном рынке, простота разведения, устойчивость развития в неблагоприятных условиях и продуктивность, выраженная в производстве сухой биомассы на гектар в год. Продуктивность представляет собой параметр, определяющий способность растения использовать местные ресурсы. Это наиболее важный фактор при решении вопроса о производстве биомассы с целью оптимизировать ее производство на определенной территории в определенный период времени с наименьшими затратами.

Некоторые виды растений демонстрируют высокую продуктивность по сравнению с другими при выращивании в одинаковых условиях. Несмотря на то, что продуктивность различных древесных пород зависит от типа почвы и климата, некоторые породы деревьев явно выделяются на общем фоне.

Некоторые сорта эвкалипта имеют продуктивность 65 т/га/год сухой биомассы, виды *Salix* and *Populus* показывают соответственно 30 и 43 т/га/год.

Оценка экобезопасности дымовых газов.

Для оценки экологического воздействия дымовых газов применяются два показателя:

1) использование показателей валовых выбросов вредных веществ M_i (тонн в год или грамм в секунду) необходимо на региональном и особенно глобальном уровнях анализа экологической безопасности. Однако данный критерий непригоден при сравнении локальных источников выбросов различной мощности;

2) расчет отдельного показателя C_i в виде отношения M_i к выбрасываемому объему дымовых газов V_1 производится по формуле $C_i = M_i / V_1$. Концентрация конкретной примеси в дымовых газах требуется при оценке предельно допустимых выбросов и концентраций, построении карты загрязнения экологическими выбросами населенной местности и определении зон экологической опасности (риска) согласно установленным санитарно-гигиеническим нормам предельно допустимых концентраций (ПДК) опасных выбросов.

Критерий экологической безопасности в виде отношения M_i к количеству подведенной теплоты Q_i или расхода топлива не может дать объективный вывод об экологических преимуществах объекта с более низкой энергетической эффективностью преобразования (использования) энергии топлива.

Наиболее универсальным показателем экологической безопасности является критерий, который определяется как отношение произведенной энергии E к валовому выбросу вредного вещества M_i в виде $g_i = E / M_i$ (киловатт-час на час).

Факторы влияния и параметры экологической опасности ТЭС.

При использовании критерия g_i можно выделить следующие факторы влияния, обеспечивающие экологическую безопасность конкретного тепло-технического объекта: термодинамический, топливный, технологический и эксплуатационный.

Технологическая группа факторов в свою очередь подразделяется на три подгруппы, влияющие через изменение технологии сжигания топлива, использование технологии очистки и переработки топлива или приемов очистки дымовых газов. Технологические факторы могут быть мало-затратными (при совершенствовании технологии сжигания топлива) или высокзатратными (при использовании технологических приемов переработки топлива или очистки дымовых газов).

Термодинамический фактор – наиболее универсальный. Он влияет на все параметры и показатели экологической опасности и является самоокупаемым, т. к. затраты на его реализацию компенсируются экономией топлива при неизменном уровне производимой тепловой и электрической энергии.

Топливный фактор также характеризуется высокой универсальностью (слабое влияние лишь на тепловые выбросы) и при определенных условиях оказывает значительное влияние на ряд экологических показателей. Возможности его использования зависят от наличия соответствующих природных топливно-энергетических ресурсов, экономической и политической ситуации, сложившейся в данном регионе.

Оба последних указанных фактора характеризуются реверсивностью влияния, т. е. могут улучшать или ухудшать экологическую ситуацию. Реверсивность свойственна и другим воздействиям.

7.7. Способы утилизации и эффективность вторичного использования бытовых отходов и отходов сельскохозяйственного производства

По данным Минжилкомхоза Республики Беларусь, каждый год в стране образуется более 3000000 т мусора. При этом ежегодные темпы прироста объема отходов составляют 20 %. Мощностей мусороперерабатывающих предприятий хватает на обработку всего лишь 11,3 % от общего объема бытового мусора. Остальное подлежит утилизации (используется самый простой и дешевый способ – земляная засыпка) на специальных полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Применяется к несгораемым отходам, а также к таким видам мусора, которые при сжигании выделяют в атмосферу токсичные вещества.

Эксперты отмечают, что захоронение – это в целом неплохой способ решения проблемы мусора. Из-за процессов ферментации и гниения бытовых отходов (обязательные спутники разложения растительной и животной биомассы) полигоны ТБО должны иметь дополнительные системы фильтрации и очистки.

Спецполигоны ТБО должны быть оборудованы инженерными сооружениями, а также системами борьбы с загрязнением воздуха и подземных вод. Сегодня к строительству таких полигонов только приступают в Республике Беларусь, хотя в странах Западной Европы и США они широко распространены.

Сжигание бытовых и сельскохозяйственных отходов.

Бытовой мусор отличается высоким содержанием органической фракции. Уменьшить объем и массу мусора, обезвредить его и получить на выходе инертные материалы (подлежат утилизации) и энергоносители помогает переработка в условиях высоких температур. Если утилизатор не ставит перед собой задачу переработки с выгодой, подойдет простой и не очень затратный метод – сжигание. Суть заключается в термической ликвидации отходов в условиях высоких температур. Мусор сжигается практически полностью; остается только зола, которая требует дальнейшего захоронения.

Термическая переработка отходов имеет ряд преимуществ перед засыпкой:

- объем бытовых отходов, поступивших на полигон, уменьшается на порядок;
- патогенная микрофлора, развившаяся во время транспортировки, полностью уничтожается;
- возможность использования энергетического потенциала бытового мусора.

Сжигание имеет один серьезный недостаток – выделение в атмосферу ядовитых веществ. Какими бы ни были современными мусоросжигатели, какая-то часть токсинов обязательно попадает в окружающую среду.

Полностью устранить их можно при помощи системы очистки газов. Однако стоимость подобных систем высока.

Переработка с выгодой.

Одно из наиболее перспективных направлений – плазменно-пиролизная переработка или, проще говоря, газификация отходов. Данное направление выгодное. Выделяют обычно три причины:

- 1) добыча тепловой энергии с возможностью оперативной передачи потребителю;
- 2) отсутствие жестких требований к исходному сырью;
- 3) получение вторичного продукта (керамической плитки или гранулированного шлака).

7.8. Биогаз, роль технологии в решении глобальных экологических проблем

Биогаз – это горючая газовая смесь, состоящая на 50 %...70 % из метана, которая образуется из органических субстанций в результате анаэробного и микробиологического процессов. В состав биогаза входят также 30 %...40 % углекислого газа и небольшого количества сероводорода, аммиака, водорода и оксида углерода.

Специфика применения биогаза. В связи с достаточно высоким содержанием энергии биогаз можно использовать в качестве энергоносителя для производства электрической и тепловой энергии.

Содержание энергии в биогазе напрямую зависит от содержания в нем метана. Из одного кубометра метана можно получить 9,94 кВт·ч электроэнергии.

Если предположить, что в биогазе содержится 60 % метана, то из одного кубометра биогаза можно получить около 6 кВт·ч электроэнергии.

Сущность технологии получения биогаза из отходов.

Биологическое образование метана – это натуральный природный процесс, который протекает во влажной, без доступа кислорода, среде, где под действием метанообразующих бактерий разлагается органический материал, в том числе экскременты животных и птицы. Он может происходить как в желудочно-кишечном тракте жвачных животных, так и в компостных ямах, на рисовых полях и в условиях установок.

Образование биогаза можно разделить на четыре фазы:

1) гидролизная фаза. Во время протекания данной фазы, в результате жизнедеятельности бактерий, устойчивые субстанции (протеины, жиры и углеводы) разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкоза и жировые кислоты);

2) кислотообразующая фаза. Образованные во время гидролизной фазы простые составляющие разлагаются на органические кислоты (уксусная, пропионовая, масляная), спирт, альдегиды, водород, диоксид углерода, а также газы аммиак и сероводород. Этот процесс протекает до тех пор, пока развитие бактерий не замедляется под воздействием образованных кислот;

3) ацетогенная фаза. Под воздействием ацетогенных бактерий из образованных во время кислотообразующей фазы кислот вырабатывается уксусная кислота;

4) метаногенез. Уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ преобразуются в метан и воду. В перечень видов биотоплива входит биометан – газ, получаемый от разных отходов –

растений, древесной стружки, соломы, кожуры фруктов и овощей, т. е. от второсортного сырья. От прессовки и скопления этих продуктов получают метан – биогаз, который состоит из метана и углекислого газа.

Итоги реализации Госпрограммы по энергосбережению на 2011–2015 гг.

В целом по республике экономия ТЭР в результате реализации энергосберегающих мероприятий в 2011–2015 гг. составила 7,79 млн т у. т. при задании 7,10...8,85.

Доля местных ТЭР в котельно-печном топливе (КПТ) увеличилась с 20,7 % в 2010 г. до 29,5 % в 2015 г.

В структуре местных ТЭР (без учета тепловых вторичных энерго-ресурсов) доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) составляет около 46 %. В структуре ВИЭ доля щепы увеличилась с 12,8 % в 2010 г. до 22,7 % в 2014 г. (на 223 тыс. т у. т.). Доля электроэнергии, выработанной на гидро-, ветро- и солнечных электростанциях, составляла в 2010 г. 0,1 % от объема производства электрической энергии, в 2014 г. – 0,7 %.

В результате реализации мероприятий по внедрению энергоисточников на местных видах топлива, биогазе, строительству гидроэлектростанций в Республике Беларусь введены в эксплуатацию: 104 энергоисточника на местных видах топлива суммарной установленной электрической мощностью 13,5 МВт и тепловой – 500,1 МВт, в том числе семь мини-ТЭЦ на местных видах топлива суммарной установленной электрической мощностью 13,5 МВт и тепловой – 48,3 МВт; 12 биогазовых комплексов суммарной установленной электрической мощностью 19 МВт; семь гидроэлектростанций суммарной установленной мощностью около 19 МВт; 35 ветроэнергетических установок суммарной установленной мощностью более 25 МВт.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные причины применения альтернативных источников энергии.
2. Типы альтернативных источников энергии.
3. Применение возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь.
4. Преимущества и недостатки ветроэнергетики.
5. Преимущества и недостатки использования солнечной электроэнергии.
6. Преимущества и недостатки применения биотоплива.

7. Преимущества и недостатки использования тепла недр Земли.
8. Преимущества и недостатки использования атмосферного электричества.
9. Перспективы развития ветроэнергетики в мире и Республике Беларусь.
10. Виды фотоэлектрических преобразователей, достоинства и недостатки солнечных батарей и коллекторов.
11. Перспективы использования природного газа как моторного топлива в Республике Беларусь.
12. Перспективы применения электромобилей.
13. Энергия биомассы и производимые виды топлива, перспективы ее использования в Республике Беларусь.
14. Перспективы использования различных видов отходов в теплоэнергетике страны.
15. Способы утилизации и эффективность вторичного использования бытовых отходов и отходов сельскохозяйственного производства.
16. Биогаз, роль технологии в решении глобальных экологических проблем.

8. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

8.1. Законодательство Республики Беларусь в области энергосбережения

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 утверждена Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 гг.

В программу внесены изменения и дополнения:

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2016 г. № 1128 (Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь, 20.01.2017 г., 5/43207);

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26 декабря 2017 г. № 1002 (Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь, 30.12.2017 г., 5/44611);

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 декабря 2018 г. № 986 (Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь, 09.01.2019 г., 5/46025);

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 3 мая 2019 г. № 276 (Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь, 15.05.2019 г., 5/46421).

Президентом Республики Беларусь А. Г. Лукашенко 22 декабря 2018 г. подписан Указ № 493 «О некоторых мерах по повышению надежности белорусской энергосистемы». Документом предусматривается принятие мер по снижению стоимости и оптимизации сроков реализации инвестиционных проектов по строительству пиково-резервных энергоисточников, установке электродвигателей и строительству необходимых для их функционирования объектов инженерной и транспортной инфраструктуры на объектах электроэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства.

Заказчики Государственной программы 2021–2025 гг. обязаны обеспечить:

– принятие решений о мерах по ее реализации, включающих в том числе планы деятельности заказчика на соответствующий финансовый год по выполнению целевых показателей, установленных Государственной программой;

– представление в Государственный комитет по стандартизации информации о ходе выполнения:

а) целевых показателей энергосбережения и показателей по доле местных топливно-энергетических ресурсов в котельно-печном топливе по итогам за квартал – до 27 числа месяца, следующего за отчетным кварталом, по итогам за год – до 29 января следующего за отчетным года;

б) показателей по экономии светлых нефтепродуктов и доле возобновляемых источников энергии в котельно-печном топливе по итогам за квартал – до 18 числа второго месяца, следующего за отчетным кварталом, по итогам за год – до 25 февраля следующего за отчетным года.

Цель Госпрограммы Республики Беларусь по энергосбережению – повышение конкурентоспособности экономики, обеспечение энергетической безопасности и энергетической независимости за счет повышения энергоэффективности и увеличения использования собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), в том числе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), является приоритетом развития страны на 2021–2025 гг.

Согласно Госпрограмме на 2021–2025 гг. утверждено следующее.

Ответственным заказчиком Государственной программы является Государственный комитет Республики Беларусь по стандартизации.

Заказчиками Государственной программы (в рамках общего комплекса энергосберегающих мероприятий) являются Государственный комитет по стандартизации, Министерство архитектуры и строительства, Министерство внутренних дел, Министерство здравоохранения, Министерство информации, Министерство культуры, Министерство лесного хозяйства, Министерство обороны, Министерство образования, Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство промышленности, Министерство связи и информатизации, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство спорта и туризма, Министерство транспорта и коммуникаций, Министерство энергетики, Государственный военно-промышленный комитет, Государственный пограничный комитет, Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром», Белорусский государственный концерн по нефти и химии, Белорусский государственный концерн по производству и реализации товаров легкой промышленности, Белорусский производственно-торговый концерн лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, облисполкомы и Минский горисполком.

Сводными целевыми показателями Государственной программы являются:

– снижение энергоемкости ВВП к 2026 г. не менее чем на 1,6 % к уровню 2020 г.;

– достижение к 2026 г. отношения объема производства (добычи) первичной энергии к валовому потреблению ТЭР (далее – доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР) не менее 16 %.

Подпрограммами предусматриваются следующие целевые показатели в целом по республике:

- объем экономии ТЭР в 2016–2020 гг. – 5 млн т у. т.;
- доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР в 2020 г. – 16 %, в том числе доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР – 6 %.

Подпрограммой 1 «Повышение энергоэффективности» предусматриваются следующие основные мероприятия для достижения экономии ТЭР:

– **в электро- и теплоэнергетике:**

а) повышение энергетической эффективности действующих энергоисточников Белорусской энергетической системы и вывод из эксплуатации неэффективных энергоисточников;

б) снижение энергозатрат на производство и передачу электрической и тепловой энергии в Белорусской энергетической системе;

в) внедрение организационных и технических энергосберегающих мероприятий по интеграции Белорусской атомной электростанции в Белорусскую энергетическую систему;

г) создание автоматизированных систем управления теплоснабжающих и теплопотребляющих комплексов, включая комплексы «источники – тепловые сети – потребители», с управлением тепловыми и гидравлическими режимами в городах с населением 100 тыс. человек и более;

д) внедрение систем утилизации теплоты уходящих дымовых газов на энергоисточниках установленной тепловой мощностью 100 Гкал/ч и выше;

е) ввод в эксплуатацию начиная с 2016 г. только энергоэффективного котельного оборудования, работающего на природном газе, с удельным расходом условного топлива на отпуск тепловой энергии не более 155 кг у. т./Гкал;

ж) реализация мероприятий по увеличению доли электрической энергии в конечном потреблении энергоресурсов с уменьшением потребления первичного импортируемого углеводородного топлива;

– **в промышленности:**

а) добиться снижения к 2026 г. норм расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг) на 2 % и более к уровню 2020 г. путем:

1) продолжения структурной перестройки предприятий, направленной на выпуск менее энергоемкой, конкурентоспособной, экспортоориентированной продукции;

2) совершенствования структуры производств за счет специализации и концентрации отдельных энергоемких производств (литейных, термических, гальванических и др.) по регионам в целях вывода из эксплуатации малозагруженного и неэффективного оборудования;

3) модернизации и технического переоснащения производств на базе современных наукоемких, ресурсо- и энергосберегающих технологий, оборудования и материалов, в том числе энергоемких (литейных, термических, гальванических и др.);

4) использования электрических инфракрасных излучателей для отопления производственных помещений и технологических нужд;

5) уменьшения потребления первичного импортируемого углеводородного топлива за счет повышения эффективности технологических процессов с углублением электрификации промышленного производства;

– в жилищно-коммунальном хозяйстве:

а) повышение эффективности работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных и энергоэффективных технологий с поэтапным выводом из эксплуатации устаревшего оборудования;

б) снижение потерь энергии в тепловых сетях к 2026 г. до уровня 10 % за счет ежегодной замены тепловых сетей, находящихся на балансе организаций жилищно-коммунального хозяйства, в объеме не менее 4 % от их протяженности, оптимизации схем теплоснабжения населенных пунктов с ликвидацией неэффективных теплоисточников или децентрализацией систем теплоснабжения;

в) оснащение многоквартирных жилых домов (от восьми квартир и более) приборами учета и системами автоматического регулирования тепловой энергии исходя из технической и экономической целесообразности;

г) внедрение энергоэкономичных осветительных устройств и автоматических систем управления освещением;

д) оптимизация режимов водоснабжения населенных пунктов в целях снижения потребления электроэнергии;

е) увеличение термосопротивления ограждающих конструкций эксплуатируемых жилых зданий;

ж) дальнейшее вовлечение населения в процесс энергосбережения и повышения эффективности использования ТЭР в жилом комплексе;

з) развитие систем теплоснабжения населенных пунктов, в том числе строительство локальных теплоисточников, на основании утвержденных в установленном законодательством порядке схем теплоснабжения;

и) уменьшение потребления первичного импортируемого углеводородного топлива за счет реализации мероприятий по увеличению доли электрической энергии в конечном потреблении энергоресурсов;

– в строительстве и производстве строительных материалов:

а) освоение производства строительных материалов с использованием новейших энергосберегающих технологий;

б) проектирование и строительство преимущественно энергоэффективных зданий, в том числе с применением инновационных технологий использования ВИЭ;

в) использование нефтяного кокса и торфобрикетов на предприятиях по производству цемента;

г) оптимизация схем теплоснабжения при новом строительстве (возведении многоквартирного жилищного фонда) с сокращением объемов строительства коммуникаций (инфраструктуры) за счет использования электрической энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения, в том числе за счет внедрения тепловых насосов;

– в сельском хозяйстве:

а) реализация комплексного подхода к энергоснабжению агрогородков за счет использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ;

б) использование гелиоустановок для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве;

в) строительство локальных биогазовых комплексов в сельскохозяйственных организациях, занимающихся разведением крупного рогатого скота, свиней и птицы;

г) модернизация животноводческих, птицеводческих комплексов с переходом на новые энергосберегающие технологии;

д) внедрение энергоэффективных зерносушильных установок, в том числе на местных ТЭР;

е) модернизация систем отопления производственных помещений с использованием энергоэффективных технологий, заменой устаревшего отопительного оборудования на современное энергосберегающее;

ж) использование электрических источников тепловой энергии, в том числе инфракрасных обогревателей, в сельскохозяйственных организациях;

– в транспорте:

а) обновление парка механических транспортных средств, машин, механизмов и оборудования, вывод из эксплуатации изношенных транспортных средств, машин и механизмов;

б) установка оборудования систем контроля расхода топлива, разработка маршрутных норм расхода топлива, внедрение дифференцированного нормирования расхода топлива;

в) внедрение современного оборудования для диагностики, обслуживания и ремонта транспортных средств, машин и механизмов;

г) внедрение автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления перевозками грузов и пассажиров;

д) повышение эффективности использования транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, оптимизация структуры парка транспортных средств;

е) наращивание объемов потребления биодизельного топлива;

ж) дальнейшая электрификация участков железной дороги (Молодечно – Гудогай – государственная граница, Жлобин – Калинковичи);

з) повышение квалификации персонала;

– *в нефтехимическом комплексе:*

а) ввод в эксплуатацию установки замедленного коксования в открытом акционерном обществе «Нафтан» с производством нефтяного кокса;

б) оптимизация расхода электрической энергии на транспорт нефти и нефтепродуктов с внедрением современного насосного оборудования;

– *в бюджетной сфере:*

а) внедрение энергоэкономичных осветительных устройств и автоматических систем управления освещением;

б) увеличение термосопротивления ограждающих конструкций зданий;

в) внедрение гелиоводонагревателей в системах горячего водоснабжения;

г) расширение и активизация пропаганды рационального и эффективного использования ТЭР, соблюдения режима повсеместной экономии и бережливости.

Основными направлениями дальнейшего развития использования (Подпрограмма 2) местных ТЭР будут являться:

– создание энергоисточников, использующих местные ТЭР (древесное и торфяное топливо, горючие отходы), тепловой мощностью около 750 МВт;

– расширение производства и использования новых видов топлива, получаемых из биомассы, в том числе за счет внедрения технологий газификации биомассы, предполагающих переработку древесных отходов, создания новых производств по изготовлению древесных гранул (пеллет), древесных и смесевых с древесным топливом брикетов, разработки и внедрения новых передовых технологий использования биомассы (исполь-

зование биомассы для производства бионефти, где одним из ее сырьевых компонентов являются древесные отходы);

- совершенствование инфраструктуры по заготовке и транспортировке древесного топлива со снижением затрат на заготовку, транспортировку и хранение энергетической биомассы, повышение ее эксплуатационных характеристик;

- создание в организациях жилищно-коммунального хозяйства мощностей по производству топлива из твердых коммунальных отходов (RDF-топливо) с его использованием на энергоисточниках;

- увеличение использования торфяного топлива на цементных заводах;

- создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов, в сельскохозяйственных организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы, суммарной электрической мощностью не менее 30 МВт;

- увеличение выработки электрической и тепловой энергии за счет использования энергии естественного движения водных потоков, ветра, солнца.

Производство электрической и тепловой энергии с использованием энергии воды, ветра и солнца будет осуществляться за счет:

- сооружения новых гидроэлектростанций суммарной электрической мощностью около 80 МВт, в том числе восстановления ранее выведенных из эксплуатации малых гидроэлектростанций;

- внедрения фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт и отдельных фотоэлектрических модулей для электроснабжения обособленного потребляющего оборудования;

- увеличения использования гелиоводонагревателей и различных гелиоустановок для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и для бытовых целей;

- ввода в эксплуатацию ветроэнергетических установок суммарной электрической мощностью не менее 200 МВт;

- обеспечения реализации комплексного подхода при энергоснабжении агрогородков за счет использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ;

- отработки технологий комбинированного использования ВИЭ, а также технологий компенсации неравномерности выдачи мощности генерирующими объектами на основе энергии ветра и солнца;

- увеличения использования отечественных материалов и оборудования при внедрении ВИЭ в целях снижения стоимости их строительства и повышения эффективности функционирования;

- совершенствования нормативной правовой, технической и методической документации в области использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ;
- обеспечения доступности информации о формировании и реализации мероприятий по развитию возобновляемой энергетики.

8.2. Оценка эффективности систем энергосбережения зданий

Для оценки эффективности работы любой системы, в том числе теплоэнергетической, обычно используется обобщенный физический показатель – коэффициент полезного действия (КПД).

Физический смысл КПД – отношение величины полученной полезной работы (энергии) к затраченной. Последняя, в свою очередь, представляет собой сумму полученной полезной работы (энергии) и потерь, возникающих в системных процессах.

Увеличения КПД системы (а значит, и повышения ее экономичности) можно достигнуть только снижением величины непроизводительных потерь, возникающих в процессе работы. Это и является главной задачей энергосбережения.

Основная же проблема, возникающая при оценке эффективности, заключается в выявлении наиболее крупных составляющих этих потерь и выборе оптимального технологического решения, позволяющего значительно снизить их влияние на величину КПД.

Каждый конкретный объект имеет ряд характерных конструктивных особенностей и составляющие его тепловые потери различны по величине. Они должны быть учтены при оценке эффективности.

Теплотехническая система теплоснабжения.

Любую теплоэнергетическую систему с целью анализа можно условно разбить на трех основных участка:

- 1) участок производства тепловой энергии (котельная);
- 2) участок транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей);
- 3) участок потребления тепловой энергии (отапливаемый объект).

Каждый из приведенных участков обладает характерными непроизводительными потерями, снижение которых и является основной функцией энергосбережения.

Классификация систем теплоснабжения:

- закрытая (вода на горячее водоснабжение забирается из водопровода и нагревается в теплообменнике сетевой водой);
- открытая (вода на горячее водоснабжение забирается непосредственно из тепловой сети).

Участок производства тепловой энергии (котельная).

Главным звеном на данном участке является котлоагрегат, функции которого заключаются в преобразовании химической энергии топлива в тепловую и передаче этой энергии теплоносителю. В котлоагрегате происходит ряд физико-химических процессов, каждый из которых имеет свой КПД. И любой котлоагрегат, каким бы совершенным он не был, обязательно теряет часть энергии топлива в этих процессах.

На участке производства тепловой энергии при нормальной работе котлоагрегата всегда существуют три вида основных потерь:

- 1) с недожогом топлива и уходящими газами (обычно не более 18 %);
- 2) потери энергии через обмуровку котла (не более 4 %);
- 3) потери с продувкой и на собственные нужды котельной (около 3 %).

Указанные цифры тепловых потерь приблизительны для нормального ненового котла (с КПД около 75 %). Более совершенные современные котлоагрегаты имеют реальный КПД около 80 %...85 % и стандартные эти потери у них ниже.

Алгоритм повышения экономичности работы котлоагрегата:

- провести комплексное обследование котлоагрегатов, включая газовый анализ продуктов сгорания. Оценить качество работы периферийного оборудования котельной;
- провести режимную наладку котлов с инвентаризацией вредных выбросов. Разработать режимные карты оптимальной работы котлоагрегатов на различных нагрузках;
- произвести чистку наружных и внутренних поверхностей котлоагрегатов;
- оборудовать котельную рабочими приборами контроля и регулирования, оптимально настроить автоматику котлоагрегатов;
- восстановить теплоизоляцию котлоагрегата, обнаружив и устранив неконтролируемые источники присосов воздуха в топку;
- произвести перерасчет горелок под реальную нагрузку;
- оборудовать котельную эффективным и экономичным насосным оборудованием, надежной трубопроводной запорно-регулирующей арматурой.

Участок транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей).

Обычно потери тепловой энергии в теплотрассах не должны превышать 5 %...7 %. Но фактически они могут достигать величины в 25 % и более!

Алгоритм повышения экономичности работы теплотрассы в общем случае также можно представить как последовательность определенных действий:

- провести комплексное обследование теплотрасс от котельной к объектам теплоснабжения и выявить основные каналы возникновения в них тепловых потерь;
- провести гидравлическую наладку теплотрасс с шайбированием потребителей по фактически потребляемой ими тепловой нагрузке;
- восстановить или усилить теплоизоляцию теплотрассы или при экономической целесообразности переложить существующие трубопроводы, использовав для замены предварительно изолированные трубопроводы;
- для систем горячего водоснабжения (ГВС) обеспечить циркуляционную схему включения. По возможности оборудовать теплопункты потребителей тепла пластинчатыми теплообменниками для нужд ГВС;
- заменить низкоэффективные отечественные сетевые насосы на современные импортные с более высоким КПД. При экономической целесообразности (большой мощности электродвигателей насосов) использовать устройства частотного регулирования скорости вращения асинхронных двигателей;
- произвести замену запорной арматуры на трассе с использованием современных надежных поворотных заслонок (например, типа Danfoss), что значительно снизит тепловые потери в нештатных и аварийных ситуациях, а также исключит варианты появления утечек теплоносителя через сальники задвижек.

Участок потребления тепловой энергии (отопливаемый объект).

Наиболее существенными составляющими тепловых потерь в теплоэнергетических системах являются потери на объектах-потребителях. Главная косвенная причина наличия и возрастания вышеперечисленных потерь заключается в отсутствии на объектах теплоснабжения приборов учета количества потребляемого тепла и в соответствующей оценке состояния объектов.

Самыми распространенными на данном участке являются:

- потери в системах отопления, связанные с неравномерным распределением тепла по объекту потребления и нерациональностью внутренней тепловой схемы объекта (5 %...15 %);

- потери в системах отопления, связанные с несоответствием характера отопления текущим погодным условиям (15 %...20 %);
- потери в системах ГВС из-за отсутствия рециркуляции горячей воды (теряется до 25 % тепловой энергии);
- потери в системах ГВС из-за отсутствия или неработоспособности регуляторов горячей воды на бойлерах ГВС (до 15 % нагрузки ГВС);
- потери в трубчатых (скоростных) бойлерах по причине наличия внутренних утечек, загрязнения поверхностей теплообмена и трудности регулирования (до 10 %...15 % нагрузки ГВС).

Общие неявные непроизводительные потери на объекте потребления могут составлять до 35 % от тепловой нагрузки!

8.3. Основные принципы достижения низкого энергопотребления

Основные причины повышенной энергоемкости производства продукции:

- недостаточная эффективность генерации, транспортировки и распределения энергоресурсов;
- низкая надежность энергоснабжения;
- недостаточный объем или низкая достоверность информации о работе энергетической инфраструктуры;
- чрезмерная энергоемкость морально и физически устаревшего основного технологического процесса;
- завышенная или заниженная загрузка основного технологического оборудования;
- нарушение технологических регламентов производства;
- несоответствие климатических условий внутри производственных помещений установленным технологическим требованиям функционирования оборудования;
- несоблюдение обязательных требований к режимам работы систем электроснабжения;
- методические погрешности в расчетах энергобалансов;
- несоблюдение требований к организации и порядку проведения работ по испытаниям;
- наличие ошибок в результатах оценки энергоемкости продукции;
- неиспользованный потенциал вторичных энергоресурсов.

Энергетический аудит.

Энергетический аудит – это комплексное энергетическое обследование предприятия, включающее: сбор исходных данных; составление балансов потребления и распределения энергии; анализ финансовой и технической информации; выявление нерациональных потерь; разработку энерго-сберегающих мероприятий; выдачу рекомендаций и определение эффекта от их внедрения.

Цель энергоаудита – оценить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов и разработать эффективные меры для снижения затрат предприятия.

Согласно Закону Республики Беларусь от 8 января 2015 г. № 239-З «Об энергосбережении» энергетический аудит может быть проведен для:

- различного вида зданий и строений;
- потребляющего энергию оборудования;
- объектов электроэнергетики;
- источников тепловой энергии;
- систем водоснабжения и водоотведения, а также в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Результатом работ по энергоаудиту является информационный продукт, оформленный в виде технического отчета, который должен включать:

- составление энергетических паспортов объекта;
- обязательные мероприятия по замене и установке приборов учета и внедрение централизованных автоматизированных систем учета энерго-ресурсов на энергоемких объектах;
- предложения по внедрению энергосберегающих технологий, включающие установку энергосберегающего оборудования и проведение мероприятий по энергосбережению;
- рекомендации по энергосбережению в зданиях и сооружениях, представляющие собой комплекс организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, которые направлены на уменьшение объема используемых энергоресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их применения (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);
- меры, направленные на повышение культуры энергосбережения, заинтересованности и ответственности сотрудников предприятия за конечные результаты;
- организационные мероприятия по регулированию энергопотребления в течение рабочих смен, суток и недель с учетом выходных дней.

12 правил энергосбережения профессора В. М. Бродянского (МЭИ), или что нужно и что не нужно делать для снижения потерь, связанных с несовершенством энергетических процессов.

1. Занимайся совершенствованием энергетического хозяйства только в том случае, когда эта работа может дать, в конечном счете, существенный экономический либо экологический эффект.

2. Определи, какие потери энергии в данном объекте могут быть устранены (технические), а какие нет (собственные). Занимайся только первыми и не трать время на вторые (это правило, разумеется, не относится к случаю, когда производится радикальная замена объекта на новый, более совершенный).

3. Избегай использования как очень малых, так и очень больших разностей температур при теплопередаче. Первые приводят к необходимости значительно увеличивать рабочие поверхности аппаратов, вторые – к большим потерям энергии. В первом приближении оптимальные разности температур между потоками должны быть пропорциональны средней абсолютной температуре.

4. Старайся свести к минимуму, а еще лучше исключить смешение потоков с разными температурами, давлениями или (и) концентрациями. Иногда это трудно сделать без радикального изменения технологии, например, при смешении кислорода с воздухом для обогащения доменного дутья, в других случаях цель может быть достигнута путем небольших изменений.

5. По возможности используй противоточные, а не прямоточные процессы как при теплопередаче, так и массопередаче и химических реакциях. При противотоке потери энергии всегда меньше.

6. Не сбрасывай высокотемпературные потоки – как вещества (жидкость или газ), так и тепла в окружающую среду; то же относится и к потокам с температурой существенно ниже, чем в окружающей среде. Лучше найти или создать потребителя (в своем хозяйстве или поблизости), нуждающегося в нагреве или охлаждении своих объектов. Таким путем можно в максимальной степени использовать полезный интервал температур потока.

7. Не забывай, что практически каждое изменение в любом месте технологической цепочки сказывается на характеристиках других ее звеньев. Нужно следить за тем, чтобы улучшение характеристик в одном месте не вызвало большего ухудшения в другом. В результате такого взаимодействия может произойти снижение эффективности системы в целом.

8. Помни, что стоимость энергии всех видов тем больше, чем дальше расположен данный участок технологической цепи от ее начала (входа).

Поэтому экономия в 1 кВт · ч в заключительных звеньях системы приведет к большему снижению общих затрат, чем экономия многих киловатт-часов на начальных участках.

9. Обращай главное внимание на потери тех видов энергоносителей, которые обладают наиболее высокой энергией: электроэнергия, высокотемпературные или низкотемпературные потоки (водяной пар высоких параметров, жидкие кислород и азот, сжатый воздух и т. д.).

10. Старайся по возможности использовать природные энергетические ресурсы (солнечное излучение, ветер, низкую температуру воздуха в зимние месяцы и т. д.).

11. Рационально используй временные «провалы» в потреблении электроэнергии – не только непосредственно в производстве продукции, но и для аккумуляции энергетических ресурсов (тепла, сжатого воздуха и др.).

Примечание. Работы по пп. 1–11 могут дать нужные результаты, только если все мерить, учитывать и контролировать.

12. Будь осторожен с рекламой и предложениями новых «сверхэффективных» процессов, машин и систем. Тщательно проверяй их, особенно в тех случаях, когда авторы ссылаются на высокие научные авторитеты или, напротив, ниспровергают их.

Главный ресурс энергосбережения в собственном жилищном хозяйстве – это тепло. Поэтому надо начинать с мер по его экономии, которые заключаются в следующем:

- заделка щелей в оконных рамах и дверных проемах;
- уплотнение притвора окон и дверей;
- установка окон с многокамерными стеклопакетами;
- установка теплоотражающего экрана (или алюминиевой фольги) на стену за радиатор отопления;
- замена чугунных радиаторов на алюминиевые (желательно с вентилями-термостатами);
- установка второй двери в подъездах.

8.4. Примеры строительства экодомов в мире и Республике Беларусь

Экодом пассивный, или энергоэффективный дом (от англ. *passive house*), – это сооружение, основной особенностью которого является малое энергопотребление – около 10 % от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий.

Экодом на Западе – это жилище, соответствующее «устойчивому развитию» цивилизации, т. е. такому развитию, при котором практически не используются невозобновляемые источники энергии и вещества, с одной стороны, и не наносится вред природе и здоровью человека – с другой.

В США, Швеции, Германии, Японии и других странах уже десятилетиями эксплуатируются комфортабельные дома с низким и даже «нулевым» потреблением энергии, без канализационных сетей.

В Стокгольме более 10 лет успешно эксплуатируется комфортабельный дом с бассейном и огромным зимним садом, не имеющий не только канализации, тепло- и электроснабжения, но и водопровода. Правда, назвать такой экодом «народным» никак нельзя – он стоит слишком дорого.

Фирма ISOMAX построила несколько тысяч домов в Польше, Финляндии, Германии с системами солнечного отопления и аккумулирования тепла и добилась того, что дома нулевого энергопотребления стоят не дороже каменных.

Белорусское отделение Международной академии экологии предлагает один из возможных путей – строительство дешевых малоэтажных экодомов из природных материалов: дерева, песка, глины, соломы и других отходов растениеводства.

8.5. Автоматизированные системы управления энергопотреблением

Данные системы управления предназначены для оперативного определения и реализации технологических режимов, обеспечивающих качественное теплоснабжение потребителей при минимальных затратах материальных, энергетических и трудовых ресурсов.

Автоматизированная система управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения (АСУТП ЦТС) включает взаимосвязанные локальные контуры управления отдельными технологическими звеньями и контур централизованного контроля и управления.

АСУТП ЦТС определяется составом охватываемого автоматизацией оборудования и реализуемыми системой функциями. В зависимости от последних различают три типа: информационный, информационно-советующий и управляющий.

Системы управления первого типа являются базовыми системами управления, т. к. реализуемые ими функции входят в состав автоматизированной системы управления технологическими процессами цент-

рализованного теплоснабжения информационно-советующего и управляющего типов.

Основные функции систем информационно-советующего типа:

- централизованный контроль параметров технологического процесса, который в зависимости от важности контролируемого параметра и вероятности его отклонения может осуществляться путем сигнализации, индивидуального контроля, контроля по вызову и массового контроля;
- поддержание технологических параметров на заданном уровне путем дистанционного управления или локального автоматического регулирования;
- локальная защита оборудования от аварий;
- вычисление комплексных технико-экономических показателей;
- оперативная связь с вышестоящими системами управления.

В системах информационного типа осуществляется только первичная обработка информации.

В управляющих системах вычислительные комплексы автоматически управляют технологическими процессами путем прямой передачи вырабатываемого управляющего воздействия на задающее устройство регулятора или на регулирующий орган. Функции диспетчера сводятся к контролю за ходом процесса и работой автоматизированной системы управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения и подмене автоматики только в случае ее отказа. Функционирование системы теплоснабжения осуществляется в условиях постоянного воздействия случайных климатических возмущений, при случайном водопотреблении. Это заставляет рассматривать ее как стохастичный объект управления и применять при расчетах в автоматизированной системе управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения соответствующий математический аппарат.

АСУТП ЦТС решает задачи прогнозирования (объемов теплопотребления, расходов топлива и др.), планирования (суточных температурных и гидравлических режимов и др.), оперативного управления.

Внедрение данной системы обеспечивает экономию энергоресурсов, материальных и трудовых затрат благодаря оптимизации управления процессами теплоснабжения, контролю состояния тепловых сетей и оборудования тепловых пунктов, оперативному учету отпускаемых и потребляемых энергоресурсов.

Комплекс технических средств АСУТП ЦТС представляет собой совокупность устройств, аппаратно, программно и организационно связанных

между собой, и должен отвечать требованиям территориальной рассредоточенности объекта.

Архитектура данного комплекса зависит от масштабов автоматизируемого объекта и состава решаемых автоматизированной системой управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения задач.

Назначение элементов АСУТП ТПС.

Преобразователь электрической энергии используется для управления потоком электроэнергии, поступающей от сети к электродвигателю исполнительного механизма. Это – электротехническое устройство, преобразующее электрическую энергию с одними значениями параметров и/или показателей качества в электрическую энергию с другими значениями параметров и/или показателей качества. Преобразование параметров может осуществляться по роду тока, напряжению, частоте, числу фаз, фазе напряжения. Управляя электрической энергией, преобразователь позволяет управлять скоростью двигателя. Наиболее распространенными разновидностями преобразователей энергии являются преобразователи частоты и выпрямители. Система автоматического управления входит в состав преобразователя и представляет собой микропроцессорную систему, запрограммированную специальными законами стабилизации скорости двигателя.

Механический преобразователь (механическая часть электропривода) предназначен для передачи механической энергии от электродвигателя к исполнительному органу рабочей машины. Редуктор, наиболее широко используемый в составе технологического оборудования, применяется для изменения параметров механической энергии (например, снижение скорости и повышение момента или для преобразования вращательного движения в прямолинейное).

Информационное устройство электропривода – это устройство, предназначенное для получения, преобразования, хранения, распределения и выдачи информации о переменных электропривода, технологического процесса и сопредельных систем для использования в системе управления электропривода и внешних информационных системах.

Автоматизированная система управления электроприводом – это компьютеризированное устройство, которое руководит работой исполнительного механизма за счет получения и обработки текущей информации о ходе технологического процесса машины или оборудования. Управление происходит путем расчета задания на текущую скорость. Задание на скорость подается на систему управления преобразователя электрической энергии.

8.6. Бытовые приборы регулирования и учета потребляемых энергоресурсов

Установка приборов учета тепловой энергии.

Узел учета тепловой энергии – комплекс приборов и устройств, обеспечивающих учет тепловой энергии, массы (объема) теплоносителя, а также контроль и регистрацию его параметров. Конструктивно он представляет собой набор «модулей», которые врезаются в трубопроводы. В узел учета тепла входят вычислитель, преобразователи расхода, температуры, давления, приборы индикации температуры и давления, а также запорная арматура. Установка прибора учета – это не технология и не метод энергосбережения, а стимул для потребителя к экономии тепловой энергии.

Коммерческий учет теплоносителей подразумевает внедрение в отношения по производству, транспортировке, потреблению тепловой энергии организационной и нормативно-правовой базы, которая будет способствовать повышению экономических стимулов к энергосбережению у всех участников процесса теплоснабжения. Позволяет производить оплату за тепловую энергию только по показаниям узла учета тепла, а не по стандартным расчетным нормам.

При установке прибора учета тепла стоит учитывать стоимость и марку завода-изготовителя. Как правило, более дешевые приборы быстрее окупаются, но более дорогие имеют возможность работать дольше без поломок и потерь в метрологической точности.

Применяются общедомовые и индивидуальные счетчики горячей воды и тепловой энергии.

Типы теплосчетчиков.

Теплосчетчик – это средство измерений, состоящее, как правило, из преобразователей расхода, температуры, давления, а также тепловычислителя. Преобразователи монтируются непосредственно на трубопроводах, а вычислитель, принимая их сигналы, по определенным алгоритмам вычисляет на основе полученных данных величину потребленной тепловой энергии. Кроме того, он архивирует результаты измерений (показания преобразователей), чтобы в дальнейшем можно было анализировать режимы работы системы теплоснабжения, фиксировать внештатные и аварийные ситуации и т. п. Таким образом, теплосчетчик выполняет сразу две задачи: обеспечивает коммерческий учет, результаты которого используются при расчетах между поставщиком и потребителем тепла, а также является средством технологического контроля в системах теплоснабжения.

Для учета тепловой энергии в водяных системах теплоснабжения в составе теплосчетчиков применяются расходомеры, которые служат для измерения расхода, т. е. количества воды, протекающего через данное сечение за единицу времени. Расход измеряется в единицах массы, деленных на единицу времени (кг/с, кг/мин, кг/ч, г/с и т. д.), или в единицах объема, деленных на единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{мин}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ и т. д.). В первом случае имеем массовый, а во втором – объемный расход. В зависимости от типа расходомера теплосчетчики имеют свои особенности установки, величины погрешности, надежности работы и т. д.

Применяются следующие виды расходомеров с различными методами измерения:

- тахометрические;
- вихревые;
- электромагнитные;
- ультразвуковые;
- переменного перепада давления;
- комбинированные.

Принцип работы отдельных видов счетчиков.

Тахометрические. Тахометрические расходомеры (крыльчатые, турбинные, винтовые) – наиболее простые приборы. Принцип действия механических теплосчетчиков базируется на преобразовании поступательного движения потока жидкости во вращательное движение измерительной части. Основа их конструкции – помещенная в поток жидкости крыльчатка или турбинка. Она связана со счетным механизмом, который преобразует количество ее оборотов в литры или кубические метры.

Вихревые. Вихревые расходомеры работают на принципе широко известного природного явления – образование вихрей за препятствием, стоящим на пути потока. Частота образования вихрей при этом прямо пропорциональна скорости потока.

Электромагнитные. Принцип действия электромагнитных расходомеров основан на способности измеряемой жидкости возбуждать электрический ток при ее движении в магнитном поле (используется явление электромагнитной индукции).

Ультразвуковые. Принцип работы: на трубе друг напротив друга устанавливаются излучатель и приемник ультразвукового сигнала. Излучатель посылает сигнал сквозь поток жидкости, а приемник через некоторое время получает его. Время задержки сигнала между моментами его излучения и приема прямо пропорционально скорости потока жидкости в трубе.

Общеквартирный домовый счетчик.

Счетчик тепла НИК 7051 (домовой). Инновационная технология определения расхода теплоносителя основана на времяпролетном принципе, что обуславливает низкий порог чувствительности и высокую точность измерения во всем диапазоне расхода. Возможность снятия показаний через оптопорт, RS-232, RS-485, Ethernet, GSM (GPRS) или радиointерфейс (ZigBee).

Техническая характеристика. Диапазон рабочей разницы температур теплоносителя составляет 3 °С...140 °С, а максимально допустимая температура – 160 °С, что обеспечивает заявленную точность измерений во всех возможных температурных режимах работы прибора. Возможность подключения до трех термометров преобразования и трех расходомерных участков. Соответствует ДСТУ EN 1434. Динамический диапазон 1:100.

8.7. Тепловая модернизация зданий как одно из направлений энергосбережения

Тепловая защита здания – теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также не менее требуемого сопротивления воздухо- и паропроницаемости и защиту от переувлажнения наружных ограждающих конструкций при оптимальных параметрах микроклимата помещений.

Согласно действующему СНиП 23-02–2003 *Тепловая защита зданий* используются три показателя тепловой защиты зданий:

- 1) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;
- 2) санитарно-гигиенический показатель, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;
- 3) удельный расход энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом их объемно-планировочных решений и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Уменьшение потерь тепла за счет установки стеклопакетов в окнах.

Стеклопакет – это несколько стекол, герметично соединенных между собой с помощью специальной рамки и герметиков. При этом такой пакет заполняется воздухом или газом (аргон, криптон), что позволяет улучшить его теплоизоляционные свойства. Стеклопакеты бывают однокамерными (два стекла и одна воздушная камера между ними) и двухкамерными (три стекла и, соответственно, две воздушные камеры).

По функциональному назначению специальные стекла делятся на:

- энергосберегающие;
- солнцезащитные;
- multifunctionальные.

При этом любое из специальных стекол может быть:

- стандартным;
- закаленным;
- триплексированным (многослойным).

В металлопластиковых и деревянных окнах для энергосбережения чаще всего применяют стандартное энергосберегающее стекло; закаленное или триплексированное – в случаях, когда необходима безопасность или защита от проникновения.

По эффективности и технологии производства энергосберегающие или теплосберегающие стекла разделяют на два вида:

1) К-стекло – изготавливается по старой (с 70-х гг.) пиролитической технологии. Оно производилось путем нанесения одинарного слоя оксида металла на горячее стекло;

2) И-стекло (Low-E) – новая технология (с 90-х гг.) с многослойным магнетронным напылением тончайших, не видимых человеческому глазу, металлов (в том числе серебра) и оксидов. Оно более эффективнее, чем К-стекло, т. к. тепло не передается наружу, а отражается обратно в помещение, тем самым в несколько раз сокращая потери тепла из помещения.

Утепление фасада и стен зданий.

Эффективная теплоизоляция фасада возможна только снаружи, т. к. только в этом случае точка росы будет находиться не в конструкции, а в утеплителе и будет выполняться условие паропроницаемости конструкций.

Перед утеплением фасада необходимо провести обследование состояния фасадных поверхностей, оценить степень их прочности, ровности, наличие или отсутствие трещин – именно от этих параметров зависят объем и порядок подготовительных работ.

От плотности материала изолируемой поверхности будет зависеть возможность применения той или иной фасадной системы. При плотности изолируемой поверхности ниже 800 кг/м^3 применение навесных фасадных систем с вентилируемым зазором недопустимо.

Наружный способ утепления фасада позволяет:

- защитить стену от различных атмосферных воздействий, например, промерзания и оттаивания;
- сдвинуть точку росы во внешний теплоизоляционный слой, препятствуя увлажнению несущей конструкции;
- исключить появление трещин в результате циклического изменения температуры в несущей конструкции, ведущего к замораживанию/оттаиванию избыточной влаги;
- обеспечить необходимую паропроницаемость конструкции;
- сформировать благоприятный микроклимат в помещении.

Наружное утепление стен можно разделить на следующие системы:

- системы утепления с защитно-декоративным экраном;
- системы утепления с оштукатуриванием фасадов;
- системы утепления фасада с облицовкой (применяется кирпич или другие материалы);
- системы утепления малоэтажных деревянных домов.

8.8. Рациональные системы отопления зданий

В современных домах используются системы отопления, которые в целом можно разделить на три основные категории:

- 1) традиционное отопление (нагретый жидкий теплоноситель циркулирует по контуру, отдавая тепло помещениям);
- 2) воздушное отопление (подогретый воздух подается в помещение);
- 3) электрическое прямое (электроэнергия непосредственно превращается в тепловую, без участия теплоносителя) и излучательное (использование инфракрасного излучения) отопление.

Традиционное водяное отопление (радиаторы, водяные полы) относится к эффективным и довольно экономичным системам. В качестве энергоносителя для котельного оборудования могут выступать природный и сжиженный газ, электричество, твердое топливо (дрова, уголь), жидкое топливо (мазут, дизельное топливо). Дешевле всего обойдется система водяного отопления, работающая на природном газе, дороже всего – электрическая.

Для организации воздушной системы отопления используется воздушно-нагреватель, работающий на дизельном топливе или газе. В теплообменник вентилятором нагнетается воздух, который нагревается и затем, проходя через фильтр, поступает по воздуховодам в помещения. Остывший воздух вновь возвращается в нагреватель благодаря системе возвратных воздуховодов. Открывая специальные заслонки, можно часть воздуха забирать с улицы. Воздушное отопление нередко используется в отопительно-вентиляционном режиме.

Электрическое отопление можно разделить на две группы – конвекционное и излучательное. Конвекторы, в свою очередь, бывают естественного потока и принудительного поддува. Первые являются автономными радиаторами, работающими от электросети. К электроконвекторам принудительного поддува относятся тепловентиляторы, тепловые пушки и тепловые завесы.

Излучательная система отопления – это инфракрасные излучатели, высокотемпературные, длинноволновые и низкотемпературные. Высокотемпературные ИК-излучатели способны нагревать предметы, одежду, кожу и подкожную клетчатку. Длинноволновые ИК-обогреватели нагревают воздух в помещении, но при этом сами разогреваются до высоких температур и их надо располагать высоко, чтобы избежать случайных ожогов.

Системы водяного отопления зданий.

Системы водяного отопления классифицируют:

- по способу циркуляции воды применяются с естественным и искусственным движением в трубопроводах;
- по месту размещения разводящих магистралей бывают с верхней и нижней разводкой;
- по методу подводки разводящих магистралей к отопительным стоякам применяют с тупиковым и с попутным движением воды, а также коллекторные;
- по конструкции стояков и схеме присоединения к ним отопительных приборов бывают однотрубные и двухтрубные системы отопления.

Для традиционных схем центрального водяного отопления зданий от автономных котельных с естественной или гравитационной циркуляцией и открытым расширительным баком характерны небольшие протяженности трубопроводов и малые гидравлические потери. Давление воды для циркуляции определяется разностью удельных весов охлажденного и горячего теплоносителя в системе отопления. Оптимальный температурный перепад теплоносителя принимается $t = 95 - 70 = 25$ °С.

Принцип работы системы отопления с естественной циркуляцией или гравитационной системы заключается в следующем: при нагреве воды в отопительном котле плотность ее уменьшается, после чего она поднимается вверх по главному стояку, а на смену ей в котел отопления от отопительного прибора по обратному трубопроводу поступает более «тяжелая», с большей плотностью, охлажденная вода.

Двухтрубные гравитационные системы отопления применяют в зданиях с автономной котельной мощностью до 200 кВт при радиусе действия до 50 м и вертикальном расстоянии от центра отопительного прибора первого этажа до центра котла не менее 3 м.

Для однотрубных гравитационных систем отопления с большим гравитационным давлением, чем в двухтрубных (при одинаковых параметрах теплоносителя и высотной схеме систем), мощность автономной котельной может достигать 250 кВт, а радиус действия – 70 м.

Электрическое отопление зданий.

Система отопления с использованием электрической энергии состоит из электронагревательных приборов, установленных непосредственно в обогреваемых помещениях или в тепловом пункте здания, и электрической сети.

По способу получения теплоты электрическое отопление может быть с прямым преобразованием электрической энергии в теплоту и с трансформацией электричества в теплоту в тепловом насосе.

По степени использования электроэнергии электрическое отопление различают: с полным покрытием отопительной нагрузки и частичным.

Электрическое отопление может действовать по свободному и вынужденному (например, только ночью) графикам, с аккумуляцией и без аккумуляции теплоты.

Достоинства электрического отопления по сравнению с распространенным водяным отоплением:

- меньшие капитальные вложения, простота и короткие сроки монтажа электросетей и отопительных приборов, малая тепловая инерция и высокий КПД приборов, управляемость в широких пределах с автоматизацией регулирования теплоотдачи;
- возможность быстрого реагирования и гибкого управления процессом получения теплоты отвечает потребностям помещений с изменяющейся тепловой нагрузкой;
- высокая транспортабельность электроэнергии делает ее конкурентоспособной при выборе источников теплоты для отопления зданий и сооружений в отдаленных районах страны, а отсутствие продуктов сгорания топлива – в экологически чистых зонах.

Применение электрического воздушного обогрева зданий.

Стандартное водяное отопление не подходит для обогрева промышленных помещений и складских территорий, т. к. вызывает большие расходы на тепло-, энергоносители, оказываясь при этом наименее эффективным. Обусловлен данный факт тем, что конверсионный метод отопления концентрирует тепло не в нижней зоне, где находятся работники, оборудование, а вверху. В связи с этим необходимо либо наращивание мощностей обогревателей, либо поиск альтернативных способов, например, лучевое либо воздушное отопление.

Однако такой тип прогрева воздуха все еще сохраняется в нежилых помещениях общественного назначения. С применением его целесообразно отапливать школы, больницы, детсады, офисы. Крайне эффективным показывает себя такое отопление в садах, тренажерных залах школ, при организации теплых водяных полов.

Воздушное отопление позволяет мгновенно нагреть воздух в больших промышленных помещениях. Его целесообразно применять при отоплении цехов, складов, больших теплиц. При таком отоплении холодный воздух берется с улицы, нагревается и воздушной пушкой направляется в здание. Достоинством, кроме быстрого обогрева, можно назвать постоянную циркуляцию воздуха, приток кислорода в помещение.

Однако данный способ нагрева не гарантирует присутствие тепла внизу помещения. Перепады температур на больших производствах, складах могут быть в десятки градусов. Еще одним недостатком можно назвать то, что воздушные пушки должны работать постоянно, чтобы обеспечивать обогрев. Это совсем не целесообразно с экономической точки зрения.

Недостатки в применении электрической системы отопления зданий.

К недостаткам относятся: высокая температура греющих элементов; повышенная пожарная опасность при применении приборов с проводами накаливания открытого типа; неэкономичное использование топлива при выработке электроэнергии на тепловых станциях (КПД 28 %); высокая отпускная цена из-за значительных капитальных вложений в электростанции и линии электропередачи, потерь электрической энергии при ее транспортировании.

Использование электроэнергии для отопления зданий допускается при технико-экономическом обосновании, т. к. на полное электрическое отопление зданий расходуется значительное количество электроэнергии. Поэтому электрическое отопление применяется в первую очередь в районах с избытком электрической энергии или в местах, где отсутствуют другие

источники теплоты. Годовой расход электроэнергии для отопления 100 м² площади гражданского здания составляет от 10 МВт/ч на юге страны до 35 МВт/ч на севере.

Для уменьшения расхода электроэнергии и топлива применяется электротеплонасосное отопление. Если принять расход топлива на ТЭЦ мощностью 150 МВт за единицу, то при полном электрическом отоплении с прямым преобразованием энергии в теплоту его затрачивается примерно в 2 раза больше, а при электрическом отоплении с тепловым насосом перерасход топлива практически отсутствует (1,08).

Системы электрического отопления подразделяются на системы с местными электроотопительными приборами и системы электровоздушного и электровоздушного отопления, когда первичный теплоноситель (электроэнергия) нагревает вторичный (воду, воздух) централизованно или непосредственно в обогреваемых помещениях. Электрическому отоплению отдается предпочтение при локальном обогревании рабочих мест в неотапливаемых помещениях.

Применение электрического отопления не допускается в зданиях третьей-пятой степеней огнестойкости или категории В при температуре теплоотдающей поверхности более 110 °С, категорий А, Б, Г и Д с выделением горючих пылей и аэрозолей, со значительными влаговыведениями. Запрещен данный тип отопления в детских дошкольных учреждениях, лечебных стационарах, банях, прачечных, душевых павильонах.

Особенности лучевого либо инфракрасного отопления.

На сегодняшний день наиболее эффективным методом отопления больших помещений можно назвать инфракрасное отопление. В этом случае для обогрева ставят специальные излучатели тепла. Они могут быть газовыми либо электрическими.

Элеktропанели подвешивают на определенную высоту. Они излучают инфракрасные волны, которые обогревают не воздух, а пол, предметы, людей, находящихся под ними. Панели абсолютно безвредны для использования, не выделяют продуктов горения, обеспечивают быстрым теплом. Теплота скапливается внизу помещения.

Из недостатков можно назвать: большой расход и дополнительная нагрузка на сеть электроэнергии; ИК-обогреватели сильно высушивают воздух. Лучше всего такие обогреватели подходят для отопления складов, сельскохозяйственных помещений, больниц и поликлиник.

Лучевые обогреватели разделяют на два вида: «светлые» и «темные».

«Светлые» представляют собой газовые горелки, нагретые вплоть до 900 °С. Лучи, исходящие от установки, прекрасно обогревают нижние слои

помещения. В «темных» излучателях до 500 °С нагреваются не сами горелки, а трубы. Закрытые специальными отражателями, устройства испускают лучи для обогрева помещения. Газовые обогреватели используют также воду и пар для вторичного отопления. При этом воздух не пересушивается, создается комфортный микроклимат.

Инфракрасные (лучевые) обогреватели подходят для помещений высотой не менее 4 м. В противном случае панели могут перегреть находящееся внизу оборудование, а также людей, животных.

8.9. Эффективные источники освещения

Совершенствование искусственного освещения идет по трем видам источников света: лампы накаливания, разрядные источники света и светодиоды.

Лампы накаливания.

Лампы накаливания – это искусственный источник света, в котором свет испускает тело накала, нагреваемое электрическим током до высокой температуры. В качестве тела накала чаще всего используется спираль из тугоплавкого металла либо угольная нить.

На сегодняшний день наиболее эффективный тип ламп накаливания – это галогенные лампы, в которых используется буферный газ в виде паров галогенов. Пары галогена в колбе лампы позволяют увеличить ее ресурс до 2 тыс. ч и более и повысить световую отдачу до 20...24 лм/Вт.

Предпринимались неоднократные попытки повысить эффективность ламп накаливания, например, создать лампу накаливания, в которой часть длинноволнового ИК-излучения преобразовывалась бы в более коротковолновое видимое излучение с помощью так называемых антистоксовых люминофоров.

Предлагались интерференционные покрытия на колбу лампы, которые возвращают тепловую энергию на нить накаливания, подогревая ее. Таким образом, для нагрева нити требуется меньше электрической энергии.

Сейчас пытаются использовать в лампах накаливания новые технологии, в том числе нанотехнологии, которые позволяют эффективно выделить из теплового излучения лампы видимый диапазон, который воспринимается человеческим глазом. Применение таких технологий дает возможность уменьшить тепловые потери и, соответственно, повысить эффективность лампы накаливания. Специалисты говорят о трехкратном повышении световойдачи.

Если удастся создать лампу со световой отдачей более 60 лм/Вт при тех же достоинствах, которыми отличаются современные лампы накаливания: спектр излучения, привычный для человека, отсутствие пульсаций и приемлемая стоимость, то это эффективный источник света.

Разрядные источники света (лампы с электродами).

Разрядные источники света делятся на две группы: лампы высокого давления и лампы низкого давления. Обычно они имеют два электрода для введения энергии в разряд, а для включения их в сеть требуется пускорегулирующий аппарат.

Лампы низкого давления представлены трубчатыми люминесцентными лампами различной объемной конфигурации. Это могут быть линейные лампы или сложно изогнутые конструкции. Принцип действия: электрический разряд в насыщенных парах ртути с инертным газом создает ультрафиолетовое излучение, которое трансформируется люминофором в свет видимого диапазона. Световая отдача люминесцентных ламп от 60 до 115 лм/Вт.

В лампах высокого давления используются разные виды заполнения колбы. Например, в металлогалогенных лампах (МГЛ) – это смесь паров ртути, инертных газов и галогенидов металлов, состав которых и определяет спектр лампы. Наиболее высокими параметрами обладают лампы с керамическими горелками, их световая отдача превышает 100 лм/Вт при хорошей цветопередаче. В натриевых лампах, главными областями применения которых являются освещение дорог и растениеводство, используется амальгама натрия. Световая отдача превышает 130 лм/Вт.

Сегодня – это самое высокое значение данного показателя среди разрядных ламп.

Безэлектродные лампы как новое перспективное направление.

Безэлектродность – это другой способ ввода электрической энергии в объем разрядной колбы ламп по сравнению с традиционным. Существуют безэлектродные лампы как низкого, так и высокого давления. Главным преимуществом их является отсутствие вакуумно-плотных вводов в колбу, распыления электродов при работе, и особенно при зажигании, и, как следствие, больший срок службы по сравнению с аналогичными электродными лампами.

Для передачи мощности в объем разрядной колбы в лампах высокого давления используются более высокие частоты, низкого давления – переменное напряжение более низких частот. Это связано как со свойствами электромагнитного поля, так и с условиями, которые нужно создать в разрядной колбе. Низкая частота – это десятки и сотни килогерц, вплоть

до 10 МГц. Для ламп высокого давления данная цифра достигает порядка 1000 МГц. Это частоты сантиметрового СВЧ-диапазона, т. е. длина волны соизмерима с размером разрядной колбы.

Люминесцентные безэлектродные лампы состоят из колбы тороидальной или другой замкнутой формы, разряд в которой представляет собой вторичный виток высокочастотного трансформатора – индуктора (иногда их называют индукционными лампами). Существуют лампы, имеющие шарообразную колбу, принцип их действия такой же. На колбу лампы нанесен люминофор, наполнение вполне традиционное – ртуть или ее амальгама с инертным газом. Частота питания «низкая», световая отдача более 80 лм/Вт при сроке службы свыше 35 тыс. ч.

Плазменные лампы имеются двух типов. Один из них – «высокочастотная» безэлектродная МГЛ с кварцевой колбой, ее мощность до 250 Вт. Это компактная полупроводниковая СВЧ-техника, ее световая отдача до 130 лм/Вт. Срок службы таких ламп может составлять свыше 20 тыс. ч. Ко второму типу относятся плазменные лампы, имеющие спектр излучения, близкий к солнечному. Мощность ламп от 500 Вт до нескольких киловатт. Применяются они, как правило, для освещения больших пространств. СВЧ-излучение большой мощности генерируют магнетроны. Ресурс магнетронного генератора определяет срок службы этой системы. Потенциал срока службы безэлектродных ламп во многом определяется ресурсом радиоэлектронных компонентов.

Светодиоды.

Один из самых перспективных и динамично развивающихся сейчас источников искусственного света – это светодиоды, полупроводниковые приборы с электронно-дырочным переходом, создающие оптическое излучение при пропускании через них тока в прямом направлении. Их быстрое развитие и применение для освещения началось с конца 1990-х гг., после разработки относительно дешевых синих светодиодов. Сочетание таких светодиодов с люминофором позволило создать компактный белый источник света.

Материал, из которого изготавливается светодиод, выбирается таким образом, чтобы длина волны испускаемых фотонов находилась в пределах видимой области спектра излучения. Разные материалы испускают фотоны с разными длинами волн, что соответствует разным цветам испускаемого света. Сегодня применяются два основных типа светодиодов: индикаторные и осветительные.

Индикаторные светодиоды, например, пятимиллиметровые, обычно являются недорогими, маломощными источниками света, пригодными для

использования только в качестве световых индикаторов в индикаторных панелях и электронных приборах, для подсветки дисплеев компьютеров или приборных панелей автомобиля.

Принцип работы светодиода.

Светодиод включает полупроводниковый p – n -переход (электронно-дырочный переход). С помощью процесса легирования материал n -типа обогащается отрицательными носителями заряда, а материал p -типа – положительными. Атомы в материале n -типа приобретают дополнительные электроны, а атомы в материале p -типа – дырки – места на внешних электронных орбитах атомов, в которых отсутствуют электроны.

При приложении к диоду электрического поля электроны и дырки в материалах p - и n -типов устремляются к p – n -переходу. Когда носители заряда подходят к p – n -переходу, электроны переобразовываются в материал p -типа. При подаче отрицательного напряжения со стороны материала n -типа через диод протекает электрический ток в направлении от материала n -типа в материал p -типа. При этом происходит выделение энергии в виде фотонов, элементарных частиц (квантов) электромагнитного излучения. Все диоды испускают фотоны, но не все диоды испускают видимый свет. Материал, из которого изготавливается светодиод, выбирается таким образом, чтобы длина волны испускаемых фотонов находилась в пределах видимой области спектра излучения. Разные материалы испускают фотоны с разными длинами волн, что соответствует разным цветам испускаемого света.

Применение светодиодов.

В первых светодиодах использовались такие материалы, как фосфид галлия (GaP), тройное соединение AlGaAs и тройное соединение GaAsP. Они создавали излучение от красного до желто-зеленого цвета. В настоящее время GaP, AlGaAs и GaAsP используются только для изготовления индикаторных светодиодов, т. к. токи, необходимые для получения излучения, и тепло, выделяющееся при работе светодиодов, изготовленных из материалов, значительно сокращают срок их службы.

Для производства осветительных светодиодов используются новые материалы, способные выдерживать необходимые уровни тока, высокий нагрев и высокую влажность. В красных и янтарных светодиодах высокой яркости применяются полупроводники алюминий – индий – галлий (AlInGaP), в синих, зеленых и голубых – индий – нитрид галлия (InGaN). Светодиоды, изготовленные из AlInGaP и InGaN, в совокупности перекрывают почти всю область спектра видимого излучения с промежутком в области зелено-желтого и желтого цветов.

Главные их достоинства – высокая эффективность и механическая прочность, длительный срок службы. Световая отдача коммерческих изделий достигает 130 лм/Вт при сроке службы более 30 тыс. ч. С применением светодиодов созданы конструкции ламп-ретрофитов, повторяющих по внешнему виду лампы накаливания и предназначенных для их прямой замены в диапазоне мощности от 5 до 75 Вт.

Основные области применения светодиодной техники – это наружное и архитектурное освещение, административные здания и крупные предприятия. Сегодня главным ограничивающим фактором более широкого применения полупроводниковых источников света является их высокая стоимость.

8.10. Рациональное использование электрической энергии в быту

Самыми крупными потребителями электроэнергии в коммунально-бытовом хозяйстве являются жилые дома. В них ежегодно расходуется в среднем 400 кВт · ч на человека, из которых примерно 280 кВт · ч потребляется внутри квартиры на освещение и бытовые приборы различного назначения и 120 кВт · ч – в установках инженерного оборудования и освещения обще-домовых помещений. Внутриквартирное потребление электроэнергии составляет примерно 900 кВт · ч в год в расчете на «усредненную» городскую квартиру с газовой плитой и 2000 кВт · ч – с электрической. Расчеты показали, а практика подтвердила, что каждая единица денежных средств, затраченных на мероприятия, связанные с экономией электроэнергии, дает такой же эффект, как вдвое большая сумма, израсходованная на увеличение ее производства. Поэтому экономия энергии становится важнейшим источником роста производства.

Минимизировать затраты электроэнергии в быту можно следующим образом.

1. Замените обычные лампы накаливания на энергосберегающие. Срок их службы в 5 раз больше, а потребление электроэнергии в 5 раз ниже. Конечно, энергосберегающие лампочки стоят на порядок дороже обычных ламп накаливания, но за время эксплуатации окупают себя 8–10 раз.

2. Установите приборы многотарифного учета. В ночные часы тариф на электричество в несколько раз ниже дневного. Если вы «сова» и ложитесь спать поздно, если у вас на стиральной машинке есть таймер отложенного запуска – вы можете реально экономить немалые средства. На холодильник, который работает круглые сутки, приходится четверть потребляемой

бытовыми приборами энергии. Двухтарифная оплата позволит сделать его содержание менее обременительным.

3. Установите светорегуляторы (диммеры) и сами выбирайте интенсивность освещения вашей комнаты. Экономия может составить до 30 % от электроэнергии, потребляемой для освещения.

4. Применяйте технику класса энергоэффективности не ниже «А», а лучше «А+» или «А++». Устаревшие бытовые устройства расходуют электроэнергию примерно на 50 % больше, чем современные.

5. Проверьте целостность проводки. Очень часто в наших квартирах проводка менялась очень давно, и ее состояние оставляет желать лучшего. А между тем, плохие контакты – это не только источник опасности короткого замыкания, но и канал «утечки» электричества, которую не смогут уменьшить или предотвратить никакие современные энергосберегающие технологии.

6. Отключайте устройства, длительное время находящиеся в режиме ожидания. Телевизоры, музыкальные центры, микроволновая печь и другая техника в режиме ожидания потребляют энергию от 3 до 10 Вт. За год четыре таких прибора, а также оставленные в розетках зарядные устройства дадут дополнительный расход энергии 300...400 кВт · ч.

7. Примерно 30 %...40 % потребляемой в доме электрической энергии приходится на холодильник. Необходимо его регулярно размораживать. Это даст 3 %...5 % снижения потребления электроэнергии. Желательно, чтобы холодильник был установлен в наиболее холодном месте комнаты (у наружной стены), подальше от нагревательных приборов. Не устанавливайте холодильник рядом с газовой плитой или радиатором отопления. Это увеличивает расход энергии на 20 %...30 %. Не закрывайте радиатор холодильника, пусть между стеной помещения и задней стенкой холодильника останется зазор. Это позволит радиатору охлаждаться за счет воздушной прослойки. Проверьте чистоту и плотность прилегания уплотнителя холодильника – даже небольшая щель увеличивает расход энергии на 20 %...30 %. Охлаждайте до комнатной температуры продукты перед их помещением в холодильник. Раскладывайте продукты без нагромождения, чтобы обеспечить необходимую циркуляцию воздуха в камере. Не открывайте без причины дверь холодильника и не держите ее слишком долго открытой. При хранении продуктов старайтесь устанавливать терморегулятор в минимальном или среднем положении.

8. Кондиционер включайте только при закрытых дверях и окнах. Это экономит от 10 % до 30 % энергии.

9. Электроплита – самый расточительный из бытовых электроприборов. Она потребляет в 3 раза больше энергии, чем телевизор, и в 2 раза больше

энергии, чем холодильник. Выбирайте электроплиты со стеклокерамической или индукционной панелями, они позволяют свести к минимуму теплопотери при готовке и снизить энергозатраты. Правильно подобранная посуда также поможет сократить время приготовления пищи, а соответственно – и количество расходуемой энергии. Готовить пищу экономичнее на «медленном огне», а для доведения до готовности блюда лучше использовать остаточное тепло конфорки. Следите за тем, чтобы конфорки электроплиты не были деформированы и плотно прилегали к днищу нагреваемой посуды. Это исключит излишний расход тепла и электроэнергии. Не включайте плиту заранее и выключайте плиту несколько раньше, чем необходимо для полного приготовления блюда. Наверняка вам уже приходилось сталкиваться со следующим явлением. Закипел на плите чайник, конфорка отключена, но чайник продолжает неистово кипеть. Простой совет: отключение конфорки заранее, еще до закипания чайника на 2...3 мин, сэкономит вам до 20 % электрической энергии. Момент отключения вы можете без труда установить по характерному шуму нагреваемой воды, который та начинает производить незадолго до закипания. Нагрев воды до кипения будет продолжаться и после отключения за счет тепловой инерции раскаленной конфорки. Не допускайте бурного кипения воды на включенной на полную мощность конфорке, ведь для кипения на разогретой плите достаточно и гораздо меньшей мощности.

10. При покупке стиральной машины выбирайте объем бака, соответствующий количеству проживающих дома человек: чем их больше, тем больше объем. Стирайте при полной загрузке барабана – так электроэнергии и воды расходуется меньше. В случае неполной загрузки машина израсходует до 15 % энергии больше, а при неправильно выбранной программе потери составят до 30 %. Устанавливайте оптимальную и более короткую программу стирки, результат которой вас устраивает. Наибольшее количество энергии при машинной стирке уходит на подогрев воды. На стирку при 90 °С тратится в 3 раза больше энергии, чем на стирку при 40 °С. При этом известно, что порошок растворяется и активно реагирует с грязным бельем при 40 °С.

11. Если есть возможность, приобретите электроутюг с терморегулятором и выключателем на ручке – это самые экономичные утюги, поскольку работают тогда, когда ими гладят. При эксплуатации утюга старайтесь не перекручивать электрический шнур и регулярно проверяйте его целостность. Сначала прогладьте вещи, которые необходимо обрабатывать при низких температурах, а затем повышайте нагрев по мере необходимости. Не забывайте чистить рабочую поверхность электроутюга, т. к. это облегчает глажение и экономит электроэнергию. Не пересушивайте белье, т. к. при этом требуется более нагретый утюг и больше времени. Можно применить

одну «хитрость», которая позволит снизить затраты, – это воспользоваться алюминиевой фольгой, которую кладут под ткань гладильной доски. Фольга не позволяет рассеиваться тепловой энергии, а сосредотачивает ее в разглаживаемой ткани.

12. Применяйте местные светильники, когда нет необходимости в общем освещении. Многоламповая люстра на потолке обеспечивает освещение всего помещения, но ведет к нежелательному образованию тени при работе за письменным столом, швейной машинкой, в уголке с игрушками. Целе-направленное освещение, несмотря на меньшую мощность ламп, обеспечит лучшую освещенность без нежелательной тени. Следует чаще пользоваться настольной лампой, которая с лампочкой мощностью 30 Вт позволяет достичь лучшей освещенности на рабочем столе, чем люстра с тремя и даже пятью лампочками общей мощностью 300 Вт. В результате двойной выигрыш: сохранение зрения и сбережение электрической энергии.

13. Сделайте возможным комбинированное включение люстры общего освещения – используйте многоклавишные выключатели, позволяющие постепенно включать от одного до нескольких рожков, а не все сразу, в зависимости от ваших потребностей.

14. «Уходя, гасите свет» – это золотое правило известно с советских времен. Учитывая тарифы на электроэнергию, сегодня это выражение более чем актуально. Выключайте свет, не только покидая квартиру, но и уходя из комнаты более чем на 10 мин. Подумайте, нужны ли вам включенные в каждой комнате телевизоры?

15. Оборудуйте места низкой проходимости в вашем доме (лестничные пролеты, тамбуры, подъезды) приборами автоматического управления освещением. Выключатели с датчиком движения, реле времени, датчики присутствия позволяют сократить почти в 2 раза потребление электроэнергии в местах общего пользования.

16. Настройте домашний компьютер на экономичный режим работы (отрегулируйте яркость монитора, задайте параметры перехода в спящий режим, отключения жестких дисков).

17. Максимально используйте естественное освещение – это один из путей уменьшения расхода электроэнергии на искусственное освещение. Имейте это в виду и следите за чистотой оконных стекол в квартире. Умело сочетайте в доме все три вида искусственного освещения: общее, местное и комбинированное. Приучите себя регулярно, примерно 1 раз в месяц, вытирать пыль со светильников, что обеспечит и чистоту, и улучшение освещенности в доме.

18. Не применяйте электроотопительные агрегаты в доме, если в том нет острой необходимости. Лучше проведите целенаправленную работу по утеплению окон и дверей.

19. Ежемесячно в один и тот же день месяца снимайте показания электросчетчика, сравнивайте потребление электроэнергии в настоящем месяце с предыдущим, анализируйте, отчего произошла экономия (или перерасход) электроэнергии, и делайте соответствующие выводы.

20. Не пытайтесь заниматься хищением электроэнергии. Во-первых, это опасно, а во-вторых, знайте, что не существует такого способа воровства электроэнергии, который бы не раскрыл опытный эксперт-электротехник. Имейте в виду, что с помощью лабораторных исследований легко определить, было ли совершено вмешательство в работу электросчетчика.

Вопросы для самоконтроля

1. Законодательство Республики Беларусь в области энергосбережения.
2. Оценка эффективности систем энергосбережения зданий.
3. Основные принципы достижения низкого энергопотребления.
4. Энергетический аудит.
5. 12 правил энергосбережения профессора В. М. Бродянского (МЭИ).
6. Примеры строительства экодому в мире и Республике Беларусь.
7. Автоматизированные системы управления энергопотреблением.
8. Назначение элементов АСУТП ТПС.
9. Бытовые приборы регулирования и учета потребляемых энергоресурсов.
10. Тепловая модернизация зданий как одно из направлений энергосбережения.
11. Рациональные системы отопления зданий.
12. Электрическое отопление зданий.
13. Особенности лучевого либо инфракрасного отопления.
14. Эффективные источники освещения.
15. Устройство и принцип работы светодиодных ламп.
16. Рациональное использование электрической энергии в быту.

9. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

9.1. Основные виды распадов радиоактивных ядер и их характеристика. Явление радиоактивности. Свойства ионизирующих излучений

Строение атома.

В 1911 г. Э. Резерфорд предложил планетарную модель атома, которая была развита датским физиком Н. Бором (1913). По общепринятой модели строения атома в нем различают две области: тяжелое, положительно заряженное ядро, находящееся в центре, в котором сосредоточена почти вся масса атома (более 99,95 %), и легкая электронная оболочка, состоящая из отрицательно заряженных частиц – электронов, имеющих массу $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, с огромной скоростью вращающихся вокруг ядра (по строго определенным орбитам). Ядро состоит из нейтронов и протонов, которые принято в теории называть нуклонами (от лат. *nucleus* – ядро).

Нейтрон (n) – электрически нейтральная элементарная частица массой $1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг. Нейтроны устойчивы только в составе стабильных атомных ядер. Свободные нейтроны распадаются на протоны и электроны. Число нейтронов, находящихся в ядре, дает только в основном физическую характеристику элемента, т. к. в разных ядрах одного и того же химического элемента может быть разное число нейтронов.

Протон (p) – стабильная элементарная частица массой $1,6725 \cdot 10^{-27}$ кг. Заряд протона положителен и по величине равен заряду электрона. Каждый атом любого элемента содержит в ядре определенное число протонов, которое постоянно и определяет физические и химические свойства элемента.

Нуклид – любое атомное ядро с заданным числом протонов и нейтронов. Общепринятое обозначение нуклидов – ${}^A_Z\text{Э}_N$, где Э – символ химического элемента; A – число нуклонов, из которых состоит ядро атома; Z – показывает не только заряд ядра и порядковый номер, но и число протонов в ядре и, соответственно, число электронов в атоме, т. к. атом в целом нейтрален; N – число нейтронов в ядре, которое чаще всего не указывается. Тогда $A = Z + N$ или $N = A - Z$.

Например: ${}^{38}_{19}\text{K}_{19}$.

В этой формуле K – символ химического элемента калия в таблице Д. И. Менделеева; $A = 38$ – число нуклонов в ядре элемента; $Z = 19$ – число протонов и, соответственно, электронов; $N = A - Z = 38 - 19 = 19$ – число нейтронов.

В ядре одного и того же химического элемента число протонов одно и то же, а число нейтронов может быть различным. Ядра атомов, содержащие различное число нейтронов, но одинаковое число протонов, принято называть изотопами. Изотопы бывают стабильные и нестабильные. Стабильными являются ядра с числом нуклонов A около 60. Если в ядре слишком много нейтронов или протонов, то такие ядра становятся нестабильными (неустойчивыми) и могут претерпевать самопроизвольные радиоактивные превращения, в результате которых изменяется состав ядра и при этом испускаются заряженные или нейтральные частицы. Ядра химических элементов с числом нуклонов более 82 нестабильны и могут подвергаться самопроизвольному спонтанному распаду.

Изотопы – разновидности атома одного и того же химического элемента, которые имеют одинаковое число протонов и различное число нейтронов. Электронные оболочки изотопов одного и того же химического элемента одинаковые. Поэтому изотопы имеют одинаковые химические свойства и располагаются в одной клетке периодической таблицы русского ученого Д. И. Менделеева.

Например: ${}^3_2\text{He}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^5_2\text{He}$, ${}^6_2\text{He}$.

Среди них только ${}^4_2\text{He}$ является стабильным изотопом, а остальные нестабильны.

Явление радиоактивности.

Радиоактивность – это самопроизвольные превращения (распады) атомных ядер некоторых химических элементов в атомные ядра других элементов с испусканием особого рода излучения. Она приводит к изменению атомного номера и массового числа исходного химического элемента. Вещества, испускающие излучение, называются радиоактивными.

Впервые способность ядер радиоактивных элементов самопроизвольно распадаться была обнаружена А. Беккерелем в 1896 г. Радиоактивное излучение, которое встречается в природе, принято называть естественной радиоактивностью, а испускаемое искусственно полученными изотопами – искусственной радиоактивностью.

Процесс радиоактивного распада протекает с выделением энергии. Процесс ядерных превращений, как правило, заканчивается образованием стабильных ядер. Особенность радиоактивного распада состоит и в том, что

нуклиды одного и того же элемента распадаются не все сразу, а постепенно, в различное время. Кривая радиоактивного распада является экспонентой.

Период радиоактивного полураспада ядер.

Период полураспада ($T_{1/2}$) – это время, в течение которого вследствие самопроизвольных ядерных превращений распадается половина от начального количества ядер. Период полураспада $T_{1/2}$ связан с постоянной распада λ зависимостью $T_{1/2} = \log_2/\lambda = 0,693\lambda$.

Период полураспада $T_{1/2}$ у разных радионуклидов различен и колеблется в широких пределах – от долей секунды до сотен и даже тысяч лет. У одного и того же элемента могут быть изотопы с различными периодами полураспада, поэтому радиоактивные изотопы разделяются на короткоживущие (часы, дни) и долгоживущие (годы). Период полураспада, так же как и постоянная распада, является ядерной постоянной, строго определенной для каждого типа радионуклидов, и справочной величиной.

Чтобы узнать полное время жизни данных радионуклидов, необходимо увеличить $T_{1/2}$ в 10 раз. Например, у цезия-137 $T_{1/2} \sim 30$ лет, следовательно, через 300 лет данный искусственный радионуклид практически полностью распадется с момента его образования. Однако, исходя из вида экспоненциальной кривой, которая всегда стремится к нулю, но его не достигает, есть вероятность, что хотя бы мизерное количество данных радионуклидов может через $10 T_{1/2}$ не распасться.

Виды радиоактивного распада.

Альфа-распад (α) – это испускание ядром радиоактивного изотопа альфа-частиц. Вследствие потери с альфа-частицей двух протонов и двух нейтронов распадающееся ядро превращается в другое ядро, в котором число протонов (заряд ядра – Z) уменьшается на 2, а число частиц (массовое число – A) – на 4. Известно более 200 альфа-радиоактивных ядер, около 20 радионуклидов редкоземельных элементов (уран, торий, полоний, плутоний и другие с $Z > 82$).

Бета-распад (β) – самопроизвольные превращения нейтрона в протон или наоборот внутри ядра, сопровождающиеся испусканием электронов (e^- или β^-) или позитронов (e^+ или β^+). Это самый распространенный тип радиоактивного распада ядер, особенно для искусственных радионуклидов. Бета-распад (электронный) возникает при избытке нейтронов в ядре («нейтронная перегрузка» ядра), при котором один из нейтронов превращается в протон с испусканием электрона (β^-). При этом распаде заряд ядра и, соответственно, атомный номер дочернего ядра увеличиваются на единицу, а массовое число не изменяется, т. е. дочерний элемент сдвинут в периодической системе Д. И. Менделеева на одну клетку вправо от исходного.

Изотопы, имеющие альфа-распад, называются альфа-активными, а при бета-распаде – бета-активными.

Гамма-излучение (γ) представляет собой коротковолновое фотонное (электромагнитное) излучение с длиной волны $< 10^{-6}$ мкм, испускаемое при ядерных превращениях или аннигиляции частиц (от лат. *annihilatio* – уничтожение – реакция превращения частицы и античастицы при их столкновении в какие-либо иные частицы, отличные от исходных). По своей природе оно аналогично другим видам электромагнитных излучений – световому, ультрафиолетовому и рентгеновскому. Гамма-излучение только лишь может сопутствовать различным типам распадов. При его испускании в ядре не изменяются ни массовое число, ни заряд. Следовательно, природа радионуклида не изменяется, а меняется лишь содержащаяся в ядре энергия. Так как время жизни ядер в возбужденных состояниях очень мало (обычно $t < 10^{-19}$ с), то при альфа- и бета-распадах гамма-квант вылетает практически одновременно с заряженной частицей. Исходя из этого, процесс гамма-излучения не выделяют в самостоятельный вид распада. По энергии гамма-излучения, как и по энергии альфа-излучения, можно произвести идентификацию радионуклида.

Ядерные силы и их свойства.

Силы, связывающие протоны и нейтроны в атомном ядре, называются ядерными силами.

Свойства ядерных сил:

- ядерные силы – это силы притяжения, т. к. они удерживают нуклоны внутри ядра (при очень сильном сближении нуклонов ядерные силы между ними имеют характер отталкивания);

- ядерные силы являются короткодействующими, т. к. они проявляются лишь на очень малых расстояниях между нуклонами. Длина $(1,5 \dots 2,2) \cdot 10^{-15}$ м называется радиусом действия ядерных сил. С увеличением расстояния между нуклонами ядерные силы очень быстро уменьшаются и становятся практически равны нулю;

- ядерные силы отличаются зарядовой независимостью, они проявляются одинаково между протоном и нейтроном, протоном и протоном, нейтроном и нейтроном;

- ядерные силы обладают свойством насыщения, т. е. каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом соседних нуклонов. В результате при увеличении числа нуклонов в ядре ядерные силы значительно ослабевают;

– ядерные силы не являются центральными силами. Их нельзя представить действующими по линии, соединяющей центры взаимодействующих нуклонов.

Возбуждение атома.

В природе любая система стремится перейти в устойчивое состояние, при котором ее энергия будет наименьшей, следовательно, и атом через некоторое время переходит из возбужденного состояния в основное (первоначальное). Возвращение атома в основное состояние сопровождается выделением избыточной энергии (электромагнитная энергия в виде фотона).

Если энергия внешнего воздействия будет слабее энергии связи электрона с ядром, то электрон может только перейти с одного энергетического уровня на другой. Такой атом остается нейтральным, однако он отличается от остальных атомов данного химического элемента избытком энергии.

Атомы, обладающие избытком энергии, называют возбужденными, а переход электронов с одного энергетического уровня на другой, более удаленный от ядра, – процессом возбуждения.

Взаимодействуя с веществом, альфа-частицы, бета-частицы, нейтроны, протоны теряют эту энергию в основном в результате упругих и неупругих взаимодействий с ядрами атомов или электронами, отдавая им всю или часть своей энергии, вызывая ионизацию или возбуждение атомов.

Упругое взаимодействие аналогично столкновению бильярдных шаров и более характерно для нейтральных частиц (нейтронов) и фотонов, не имеющих заряда. Итак, при упругом взаимодействии в основном меняется лишь направление движения частиц, а не их энергия.

При неупругом взаимодействии, попадая в зону действия электрического поля, заряженные частицы тормозятся и отклоняются от направления своего движения, испуская при этом тормозное излучение.

Процесс ионизации атома.

При сильных внешних воздействиях, когда энергия внешнего воздействия превышает энергию связи электронов с ядром, электроны вырываются из атома и удаляются за его пределы. Атом, лишившийся одного или нескольких электронов, превращается в положительный ион, а «присоединивший» к себе один или несколько электронов – в отрицательный.

Ионизация – образование пар заряженных ионов на пути бета- или альфа-частиц в поглощающем веществе. Заряженные частицы при прохождении через вещество могут выбивать электроны с образованием ионов. Некоторые из выбитых электронов имеют достаточную энергию для того, чтобы вызвать несколько актов ионизации и радиоактивное излучение.

Свойства ионизирующих излучений.

Важнейшими свойствами ионизирующих излучений являются их проникающая способность и ионизирующее действие. Проникающая способность оценивается по скорости распространения в метрах в секунду.

Для характеристики ионизирующих излучений используют понятия «пробег» и «удельная ионизация».

Пробег – минимальная толщина поглотителя (некоторого вещества), необходимая для полного поглощения ионизирующего излучения.

Удельная ионизация – число пар ионов, образующихся на единицу длины пути в веществе под воздействием ионизирующего излучения.

9.2. Проникающая способность ионизирующих излучений

Альфа-излучение обладает небольшой проникающей способностью (задерживается листом бумаги, тканью), но большим ионизирующим действием. Вследствие своей большой массы (4 а. е. м.) альфа-частицы при взаимодействии с веществом быстро теряют свою энергию. Они являются ядрами атомов гелия (He), в связи с чем иногда называются дважды ионизированными атомами гелия. Пробег альфа-частиц в веществе зависит от энергии альфа-частицы и от природы вещества, в котором она движется. В среднем в воздухе пробег альфа-частицы составляет 2,5...9 см, максимальный – до 11 см, в биологических тканях – 5...100 мкм, в стекле – $4 \cdot 10^{-3}$ см. Энергия альфа-частицы находится в пределах 4...9 МэВ. Удельная ионизация составляет примерно 40 000 пар ионов на 1 см в воздухе, такая же удельная ионизация в организме на пути 1...2 мкм. Особую опасность альфа-излучение представляет при попадании его источника внутрь организма с пищей или с вдыхаемым воздухом. При ионизации альфа-лучами наблюдаются химические изменения вещества и нарушается кристаллическая структура твердых тел.

Бета-частицы несут один элементарный электрический заряд, $m_p = 0,000548$ а. е. м. Двигутся со скоростями, близкими к скорости света, т. е. $(0,87...2,994) \cdot 10^8$ м/с. В отличие от альфа-частиц бета-частицы одного и того же радиоактивного элемента обладают различным запасом энергии (от десятых и сотых долей мегаэлектрон-вольт (мягкое бета-излучение) до 2...3 МэВ (жесткое бета-излучение)). Бета-излучение обладает значительно меньшим эффектом ионизации, чем альфа-излучение. Так, в воздухе оно образует 50...100 пар ионов на 1 см пути. Скорость бета-частиц значительно выше скорости альфа-частиц и пробег в воздухе достигает 10 м (у естественных бета-излучателей). В мягкой ткани пробег может дости-

гать 10...12 мм. Поглощаются они даже слоем алюминия толщиной 1 мм. Бета-излучение опасно для здоровья человека как при внешнем, так и при внутреннем облучении. При внешнем облучении организма бета-источниками возникают в основном кожные поражения (бета-ожоги). От них можно защититься тонким листом металла, оконным стеклом и даже обычной одеждой.

Особенности гамма-излучения.

Гамма-излучение представляет основную опасность как источник внешнего излучения. Оно является волновым, ввиду чего характеризуется длиной волны, частотой колебаний и энергией. Энергия гамма-кванта пропорциональна частоте колебаний, а частота колебаний связана с длиной их волн. Чем меньше длина волны и больше частота колебаний излучения, тем больше его энергия, а следовательно, и проникающая способность. Энергия гамма-излучения естественных радиоактивных элементов колеблется от нескольких килоэлектрон-вольт до 2...3 МэВ и редко достигает 5...6 МэВ. Пробег гамма-квантов в воздухе достигает 100 м и более. Такое излучение способно пронизывать слой свинца толщиной в несколько сантиметров.

Характеристика эффектов взаимодействия гамма-кванта с веществом.

Фотоэффект заключается в том, что гамма-квант, взаимодействуя с атомом или молекулой, выбивает из них электрон (называемый обычно фотоэлектроном). При этом гамма-квант полностью поглощается, вся его энергия передается электрону. В результате электрон приобретает кинетическую энергию, равную энергии гамма-кванта, за вычетом энергии связи электрона в атоме. Этот вид взаимодействия наиболее вероятен, если энергия гамма-кванта меньше 0,1...0,2 МэВ. Вероятность фотоэффекта зависит от атомного номера и пропорциональна числу протонов поглотителя.

Комптоновское рассеяние – это процесс, при котором гамма-кванты, сталкиваясь с электронами атомов вещества, передают им не всю свою энергию, а только ее часть, и после соударения изменяют свое направление движения, т. е. рассеиваются. Эффект Комптона возникает, когда поглотитель имеет малый атомный вес, а гамма-кванты энергию порядка 0,2 МэВ и более.

Эффект электронно-позитронных пар. Некоторые гамма-кванты с энергией не ниже 1,02 МэВ, проходя через вещество, превращаются под действием сильного электрического поля вблизи ядра атома в пару «электрон – позитрон». Возникновение этой пары (как и фотоэффект) приводит к полному поглощению энергии гамма-кванта. Позитроны, замедляясь веществом, взаимодействуют с электронами среды, образуя гамма-излучение, обладающее высокой проникающей способностью и сильным ионизирующим

воздействием на объект, вызывая поражение его жизненных органов, которое принято называть лучевой болезнью.

9.3. Радиоактивность и единицы ее измерения

Радиоактивность – самопроизвольные превращения атомных ядер, сопровождающиеся испусканием элементарных частиц или более легких ядер. Ядра, подверженные таким превращениям, называют радиоактивными. Процесс превращения называется радиоактивным распадом.

Оценка степени радиационного облучения.

Такая оценка дается по величине параметра – дозы облучения. Этот параметр, характеризующий степень воздействия рентгеновского или гамма-излучения на объект, используют для оценки радиационной обстановки на местности, в производственных или жилых помещениях.

Оценку принято давать с помощью понятий четырех различных доз облучения:

- 1) экспозиционной дозы X ;
- 2) поглощенной дозы D (рус. Д);
- 3) эквивалентной дозы H_R^T ;
- 4) эффективной дозы H_3 .

Экспозиционная доза X .

Рентгеновское или гамма-излучение образует в воздухе определенное количество пар ионов. Для оценки данного процесса определяется такой показатель, как экспозиционная доза, которая является количественной характеристикой поля ионизирующего излучения. Она зависит от величины ионизации сухого воздуха при атмосферном давлении в 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

Экспозиционная доза X – это величина отношения суммарного заряда всех ионов одного знака, которые образуются рентгеновским или гамма-излучением в некотором объеме, к массе воздуха в этом объеме. Ее используют для оценки радиационной обстановки на местности, в производственных или жилых помещениях.

Единицей экспозиционной дозы сегодня в СИ является 1 кулон (Кл), деленный на 1 кг облученного воздуха, – 1 Кл/кг.

Старой (внесистемной) единицей экспозиционной дозы является рентген (Р). 1 Р – такая доза облучения рентгеновским или гамма-излучением, при прохождении которого через $1,29 \cdot 10^{-6}$ кг (1 см^3) воздуха при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$, давлении 1013 гПа (760 мм рт. ст.), в результате завершения всех

ионизационных процессов, вызванных этим излучением, образуется заряд, равный $3,34 \cdot 10^{-10}$ Кл каждого знака, что соответствует возникновению 2 млрд ($2,08 \cdot 10^9$) пар ионов.

Доза в 1 Р накапливается за 1 ч на расстоянии 1 м от источника радия массой в 1 г, т. е. характеризуется активностью в 1 Ки. Применяются и более мелкие единицы: миллирентген и микрорентген: $1 \text{ мР} = 10^{-3} \text{ Р}$; $1 \text{ мкР} = 10^{-6} \text{ Р}$.

Соотношение между старой и новой единицей измерения экспозиционной дозы представлено как $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$; $1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$.

Таким образом, новая единица значительно больше, чем старая.

Согласно РД 50-454–84 характеристика «экспозиционная доза» подлежит изъятию из употребления. Однако в настоящее время многие приборы еще отградуированы в рентгенах и продолжают использоваться.

Учитывая, что экспозиционная доза накапливается во времени, на практике используется и понятие «мощность экспозиционной дозы», которая характеризует интенсивность излучения.

Мощность экспозиционной дозы – это отношение приращения экспозиционной дозы dX за интервал времени dt к этому интервалу.

Мощность дозы, измеренная на высоте 70...100 см от поверхности земли, часто называют уровнем радиации.

Нормальный радиационный фон (мощность экспозиционной дозы) не превышает 20 мкР/ч.

Поглощенная доза (D).

Экспозиционная доза характеризует поле радиации вокруг объектов. Воздействие же на объект (организм) оказывает только та часть радиации, которую этот объект или организм поглотил. Поэтому наиболее удобной характеристикой, которая определяет степень воздействия излучения на объект, является поглощенная энергия излучения.

Поглощенная доза – это количество энергии, переданное веществу ионизирующим излучением любого вида в пересчете на единицу массы любого вещества.

Эту дозу измеряют в греях (Гр). Один грей соответствует поглощению одного джоуля (Дж) энергии в 1 кг вещества: $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад: $100 \text{ рад} = 1 \text{ Гр}$.

Мощность поглощенной дозы (основной показатель) – это поглощенная доза за единицу времени. Измеряется в грей в секунду, грей в час, рад в секунду, рад в час (Гр/с, Гр/ч, рад/с, рад/ч).

Измерить поглощенную дозу в человеческом организме трудно. Для этого нужны специальные тканеэквивалентные детекторы, к которым

относятся сложные композиции из органических веществ, воды, а также ткани, подобные по составу тканям из человеческого организма, которые размещают в полостях тела или же в его моделях – фантомах.

Поэтому применяются эквивалентная и эффективная дозы облучения.

Эквивалентная доза (H_R^T).

При одной и той же поглощенной дозе разные виды излучения вызывают неодинаковые повреждения биологических объектов. Это объясняется их разной способностью к ионизации вещества.

Биологический эффект зависит не только от дозы облучения, но и от вида ионизирующего излучения. Например, при облучении альфа-частицами тела человека вероятность заболеть раком выше, чем при облучении бета-частицами или гамма-лучами.

Поэтому для биологической «средней» ткани используется характеристика – эквивалентная доза. Она введена для оценки последствий облучения биологической ткани малыми дозами (дозами, не превышающими пяти предельно допустимых доз при облучении всего тела человека), т. е. 250 мЗв/год.

Эквивалентная доза излучения – это поглощенная доза в органе или ткани T , умноженная на соответствующий коэффициент качества излучения WR данного вида излучения R и определяемая по формуле

$$HTR = DTR WR,$$

где DTR – средняя поглощенная доза биологической тканью излучением R ; WR – взвешивающий коэффициент качества излучения R (альфа-частиц, бета-частиц, гамма-квантов и др.), учитывающий относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов.

Для альфа-излучения $WR = 20$. Это означает, альфа-излучение, которое попадает внутрь человека, в 20 раз опаснее естественного фона. При воздействии различных излучений общая эквивалентная доза определяется как сумма всех доз от излучений.

Эффективная доза H_e .

Эффективная доза излучения (E , эД, ЭД, ранее называлась «эффективная эквивалентная доза») – это величина, используемая в радиационной безопасности как мера определения риска возникновения отдаленных последствий облучения (стохастических эффектов) всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Также это основная величина, используемая при гигиеническом нормировании ионизирующих излучений, которая устанавливается для людей, работающих

с техногенными источниками радиации или находящимися в зоне их воздействия (в связи с профессиональной деятельностью или проживанием).

Значение эффективной дозы используется для измерения вероятности наступления последствий облучения человека, его органов и тканей. При этом учитывается их индивидуальная радиочувствительность. Так, например, при равной эквивалентной дозе облучений возникновение рака щитовидной железы менее вероятно, чем возникновение рака легких.

Эффективная доза организма (E) рассчитывается путем умножения эквивалентной дозы органа или ткани ($HT(t)$) на соответствующее органу или ткани значение взвешивающего коэффициента (WT) (по каждому органу или ткани) с последующим суммированием всех полученных результатов. $HT(t)$ – эквивалентная доза в ткани T за время t .

Экспериментально установлены значения взвешивающего коэффициента WT для отдельных видов ткани T органов человека. Этот коэффициент имеет следующие значения: для половых желез человека (гонады) – 0,2; для красного костного мозга, толстого кишечника, желудка и легких – 0,12; мочевого пузыря, печени, пищевода и щитовидной железы – 0,05; кожи и клеток костных поверхностей – 0,01; головного мозга – 0,025.

Измерение радиоактивности и создание дозиметра.

Измерение радиоактивности называется ***дозиметрией***.

Дозиметр – это прибор, который измеряет эффективную дозу или мощность ионизирующего излучения за какой-то промежуток времени. Его создание имеет свою историю.

В 1895 г. Вильгельм Конрад Рентген открыл излучение, обладавшее удивительными свойствами: действуя, подобно свету, на фотопластинки и возбуждая свечение люминесцентных экранов, оно с легкостью проникало через непрозрачные преграды. Прошло совсем немного времени и как оказалось, что источником подобного излучения является не только работающая трубка Крукса, как в опытах Рентгена, но и вещества, содержащие уран, которые испускают это излучение непрерывно, неизменно и без какого-либо подвода энергии извне.

Открытие радия, полония, а затем новых радиоактивных элементов, установление связи радиоактивного распада с превращением одного элемента в другой, первые осуществленные ядерные реакции и т. д. – все это привело к созданию дозиметров.

Простейший опыт Беккереля с урановой солью на завернутой в черную бумагу фотопластинке положил начало возможности измерить радиоактивность.

Первым измерительным прибором для определения интенсивности ионизирующей радиации стал обыкновенный электроскоп или электрометр, который разряжался под действием излучения, и скорость этого разряда была пропорциональна его интенсивности. Первым эталоном для измерения стала ампула с миллиграммом радия как мера радиоактивности.

9.4. Цепная реакция деления тяжелых ядер

Различают легкие и тяжелые ядра в веществах. В легких ядрах должно быть примерно поровну протонов и нейтронов, т. е. величина соотношения протонов и нейтронов ($n : p$) близка к единице, а для тяжелых ядер это соотношение снижается до 0,7. Если в ядре слишком много нейтронов или протонов, то такие ядра становятся нестабильными (неустойчивыми) и претерпевают самопроизвольные радиоактивные превращения, в результате которых изменяется состав ядра и при этом испускаются заряженные или нейтральные частицы. Стабильными являются ядра с числом нуклонов (A) около 60. Ядра изотопов химических элементов с числом нуклонов (A) > 82 нестабильны и подвергаются самопроизвольному спонтанному распаду.

Реакции деления – это процесс, при котором нестабильное ядро делится на два крупных фрагмента сравнимых масс.

Цепная ядерная реакция – происходит тогда, когда один из продуктов ядерной реакции вступает в реакцию с другим ядром, продукт второй реакции реагирует со следующим ядром и т. д. Возникает цепочка следующих друг за другом ядерных реакций. Наиболее известным примером является ядерная реакция деления, вызываемая нейтроном. Результат ядерной реакции – мгновенный рост выделения значительных объемов энергии, которая может быть использована в военных целях или на АЭС.

Кинетическая энергия, выделяющаяся при делении одного ядра урана, огромна – 0,9 МэВ/нуклон или приблизительно 210 МэВ (один миллион электрон-вольт) на один атом урана.

Энергия выделяется в виде:

- 1) E_k осколков $2,6 \cdot 10^{-11}$ Дж (83 %);
- 2) E_k нейтронов $0,1 \cdot 10^{-11}$ Дж;
- 3) излучения $0,5 \cdot 10^{-11}$ Дж.

При полном делении всех ядер, содержащихся в 1 г урана, выделяется такая же энергия, как и при сгорании 3 т угля или 2,5 т нефти.

При делении ядра урана-235, которое вызвано столкновением с нейтроном, освобождается два или три нейтрона. При благоприятных условиях эти нейтроны могут попасть в другие ядра урана и вызвать их

деление. На данном этапе появятся уже от четырех до девяти нейтронов, способных вызвать новые распады ядер урана, и т. д. Такой лавинообразный процесс называется цепной реакцией: один нейтрон – первое поколение, два нейтрона – второе поколение, четыре нейтрона – третье поколение, восемь нейтронов – четвертое поколение и т. д.

Нейтроны по шкале энергий делят на медленные и быстрые. К медленным относятся нейтроны с энергией до 10^4 эВ. При взаимодействии с ядром они испытывают упругое рассеяние, радиационный захват, реакции с выходом протонов и бета-частиц.

К быстрым нейтронам относятся нейтроны с энергией от 10^4 до 10^8 эВ. При взаимодействии с ядром они испытывают неупругие рассеяния и реакции с образованием протонов и бета-частиц.

Существуют два вида ядерных реакций: неуправляемая цепная реакция и управляемая цепная реакция.

Неуправляемая цепная реакция протекает, если $k > 1$. Она, например, происходит при взрыве атомной бомбы. Управляемые цепные реакции осуществляются в ядерных реакторах.

Цепная реакция в уране с повышенным содержанием урана-235 может развиваться только тогда, когда его масса превосходит так называемую критическую массу.

Минимальную массу делящегося вещества, при котором в заданных условиях может протекать цепной процесс деления, называют критической массой.

Для чистого урана-235 критическая масса составляет около 50 кг. Ее можно во много раз уменьшить, если использовать так называемые замедлители нейтронов.

9.5. Естественные и искусственные источники радиации

Галактическое и межгалактическое *космическое излучение* – это поток протонов (92 %) и альфа-частиц (7 %). Остальное (около 1 %) – в основном ядра легких элементов: лития, бериллия, азота, углерода, кислорода, фтора и др. Низкое содержание нейтронов в космических лучах объясняется тем, что нейтрон в свободном состоянии неустойчив и распадается на протон и электрон. Время его «жизни» составляет около 16 мин. Считается, что электроны, позитроны и гамма-лучи поглощены космической пылью, поэтому их очень мало в составе космического излучения.

Чем выше энергия частицы, тем более сильное поле требуется для ее удержания. Поэтому частицы со сравнительно высокой энергией сосре-

доточены во внутреннем радиационном поле Земли (РПЗ) (протоны с энергией до 10^9 эВ, электроны – до 10^6 эВ). Внешнее РПЗ состоит из протонов и электронов меньшей энергии (до 10^7 и до 10^5 эВ соответственно). До плотных слоев атмосферы доходят лишь те частицы, энергия которых превышает определенный порог.

Земная радиация.

Родоначальником семейства урана является уран-238 с периодом полураспада 4,5 млрд лет; семейства тория – торий-232 с периодом полураспада 10 млрд лет; семейства актиния – уран-235 с периодом полураспада 700 млн лет.

Конечный продукт распада всех семейств – свинец.

Во всех трех семействах один из продуктов распада – газ:

- в семействе урана – это радон;
- в семействе тория – торон;
- в семействе актиния – актион.

Последние два являются изотопами радона.

Радон – это бесцветный инертный газ, не имеющий вкуса и запаха, тяжелее воздуха примерно в 7,5 раза. Являясь альфа-излучателем, он становится причиной заболеваний раком легких, желудка и других органов.

Почва как источник излучения.

В Республике Беларусь геологическое состояние литосферы таково, что в почвах преобладают уран-238 и калий-40.

Калий-40 претерпевает бета-распад, его период полураспада составляет $1,248 \cdot 10^9$ лет. Он является источником бета- и гамма-излучений. Будучи элементом биологической ткани, калий-40 попадает в растения, организм животных и человека. При этом человек может получить дозу облучения, опасную для жизни.

9.6. Понятие о ядерном реакторе и принципе его работы

Основной принцип работы АЭС заключается в преобразовании внутриядерной энергии в тепловую. Основным элементом АЭС, где происходит преобразование энергии, является ядерный реактор. В нем в качестве горючего используется уран. Как известно, природный уран представляет смесь урана-238 – 99,2 %, урана-235 – 0,71 % и урана-234 – 0,006 %. Для нормальной работы реактора концентрация ^{235}U должна составлять 2 %...4 % от общей массы урана. Для работы реактора концентрацию ^{235}U в природном уране повышают. В природном уране содержится всего 0,7 % этого изотопа.

Появление в мире интереса к ядерной энергетике.

В 1938 г. немецкий химик Отто Ган открыл явление расщепления изотопа урана-235 во время бомбардировки его нейтронами. Причем с делением высвобождается огромное количество энергии. С этого открытия началась в мире гонка за освоение атомной энергии и атомного оружия по всему миру.

В природе самым распространенным является изотоп урана-238 (более 99 % содержания). Остальная часть приходится на уран-235 (около 0,72 %). Для использования ядерной технологии в мирных целях необходимо увеличить процентное содержание урана-235 в природном уране до 3 %...5 %. Этот вид называют низкообогащенным ураном. Для создания атомного оружия используется высокообогащенный уран (до 90 %...100 %).

Обогащение урана.

Наиболее широко в мире применяются два способа обогащения урана: газодиффузионный и газодиффузионный. Целью обогащения является получение гексафторида урана в виде газовой смеси, из которой получают кристаллический фторид урана, используемый далее в ядерной энергетике.

Реализуемая сегодня в России технология газодиффузионного обогащения урана требует в 50 раз меньше энергии, чем газодиффузионная технология (которая используется в Европе и США).

Газовая центрифуга, используемая для обогащения урана, вращается с огромной скоростью – более 1500 об/с, не останавливаясь в течение всего срока действия. Срок работы такой центрифуги – 30 лет (рекорд длительности использования центрифуги составляет 32 года).

Для сравнения: барабан стиральной машины вращается со скоростью около 100 об/мин. Если прекратить подачу электричества на газовую центрифугу, используемую для обогащения урана, то она будет вращаться по инерции еще пару месяцев. На обогатительном предприятии установлены десятки тысяч центрифуг, вращающихся с огромной скоростью. Но благодаря выверенной конструкции работают они практически бесшумно. Ротор газовой центрифуги, используемой для обогащения урана, тонкой иглой опирается на корундовое основание. Эта игла должна быть очень острой, и рабочие пользуются проверенным способом: определяют остроту иглы щекой. Уран обогащают в виде гексафторида урана. Это практически единственное легколетучее стабильное соединение урана. Благодаря высокоразвитой газодиффузионной технологии обогащения урана конечная цена на российский топливный уран в 3 раза ниже, чем на американский.

Для изготовления атомной бомбы необходим уран со степенью обогащения по делящемуся изотопу (уран-235) выше 90 %.

В годы максимальной производственной нагрузки Ангарский электролизный химический комбинат, занимающийся обогащением урана, потреблял до 4 % всей электроэнергии, производимой в СССР.

Принцип работы ядерного реактора.

Ядерный (атомный) реактор – устройство для осуществления управляемой цепной реакции деления. Его основной частью является активная зона, в которой происходят формирование энергетического спектра нейтронов, деление ядер топлива и преобразование ядерной энергии в тепловую для последующего использования.

Активная зона состоит из ядерного топлива, замедлителя нейтронов (в реакторах на тепловых или промежуточных нейтронах) и конструкционных материалов.

Для отвода тепла от активной зоны служит теплоноситель. Управление цепной реакцией деления осуществляется органами регулирования.

Для уменьшения утечки нейтронов активную зону окружают отражателем – неделящимся материалом, хорошо рассеивающим нейтроны и слабо их поглощающим. Все эти составные части находятся в корпусе ядерного реактора, закрытого крышкой, на которой смонтированы исполнительные механизмы органов регулирования.

Конструкции ядерных реакторов зависят от их предназначения: для выработки электроэнергии, технологического тепла, теплоснабжения, оружейного материала, вторичного ядерного топлива, сжигания радиоактивных отходов от переработки отработавшего ядерного топлива и т. д.

Виды реакторов и особенности применения топлива.

В гомогенном ядерном реакторе топливо в активной зоне может состоять из расплавленного металла, расплавленной соли, водного или органического раствора (жидкосольевые реакторы (ЖСР)).

В гетерогенных реакторах топливо представляет собой большей частью стержни из оксидов делящихся или сырьевых материалов. Топливным материалом может быть почти любое сочетание ядер делящегося и сырьевого материалов в смеси или отделенных друг от друга, как в концепции «активная зона (делящийся материал) – зона воспроизводства (сырьевой материал)».

В реакторе топливо находится в так называемых тепловыделяющих элементах (ТВЭЛ). Это стержни, в которых в виде небольших таблеток находится ядерное топливо. ТВЭЛ соединены в кассеты шестигранной формы, которых в реакторе могут быть сотни. Кассеты с ТВЭЛ располагаются вертикально, при этом каждый элемент имеет систему, позволяющую регулировать глубину его погружения в активную зону.

Кроме самих кассет с ТВЭЛ, среди них располагаются управляющие стержни и стержни аварийной защиты. Стержни изготовлены из материала, хорошо поглощающего нейтроны. Управляющие стержни могут быть опущены на различную глубину в активной зоне, тем самым регулируя коэффициент размножения нейтронов. Стержни аварийной защиты призваны заглушить реактор в случае чрезвычайной ситуации.

Особенности применения теплоносителя в реакторе.

Передача тепловой энергии от ядерного реактора к паровым турбинам осуществляется посредством теплоносителя, циркулирующего по герметичным трубопроводам, в сочетании с циркуляционными насосами, образующими так называемый реакторный контур или петлю.

В качестве теплоносителей применяют обычную и тяжелую воду, водяной пар, жидкие металлы, органические жидкости, некоторые газы (например, гелий, углекислый газ).

Контур, по которым циркулирует теплоноситель, всегда замкнуты во избежание утечки радиоактивности. Их количество определяется в основном типом ядерного реактора, а также свойствами рабочего тела и теплоносителя.

Паровая турбина к ядерным реакторам.

Основной путь получения электроэнергии на современных АЭС – применение электрических генераторов машинного типа с механическим приводом от паровой турбины. Тепловая энергия пара при его расширении в проточной части турбины превращается в кинетическую энергию потока пара, которая используется для вращения ротора турбины электрогенератора. Параметры пара, поступающего на турбину, находятся в прямой зависимости от параметров теплоносителя, охлаждающего активную зону ядерного реактора. Для двухконтурной АЭС с реактором ВВЭР-1000 выбрано максимально возможное давление теплоносителя, которое определяется техническими возможностями изготовления мощных корпусов. При современном состоянии промышленности мирового реакторостроения таким давлением является 16 МПа.

Условием однофазности теплоносителя на выходе из ядерного реактора является его недогрев до кипения. Соответственно, ограничивается не только температура теплоносителя на выходе из реактора (325 °С), но и температура на входе в реактор (на выходе парогенератора), которая принимается равной 290 °С. С учетом необходимого перепада температур в парогенераторе между теплоносителем ядерного реактора и пароводяной смесью в парогенераторе температура парообразования составляет 278 °С, что соответствует давлению 6,4 МПа. Начальные параметры пара перед турбиной – давление 6 МПа, температура 274 °С.

Принцип работы паровой машины АЭС.

Конструктивно современная паровая турбина состоит из одного или нескольких цилиндров, в которых происходит процесс преобразования энергии пара, и ряда устройств, обеспечивающих организацию ее рабочего процесса.

Основным узлом паровой турбины, в котором внутренняя энергия пара превращается в кинетическую энергию парового потока и далее – в механическую энергию ротора, является цилиндр. Он состоит из неподвижного корпуса (статора-турбины из двух частей, разделенных по горизонтальному разъему; направляющих (сопловых) лопаток, лабиринтовых уплотнений, впускного и выхлопного патрубков, опор подшипников и др.) и вращающегося в этом корпусе ротора (вал, диски, рабочие лопатки и др.). Главная задача сопловых лопаток – превратить потенциальную энергию пара, расширяющегося в сопловых решетках с уменьшением давления и одновременным снижением температуры, в кинетическую энергию организованного парового потока и направить его в рабочие лопатки ротора. Основное назначение рабочих лопаток и ротора турбины – преобразовать кинетическую энергию парового потока в механическую энергию вращающегося ротора, которая в свою очередь преобразуется в генераторе в электрическую энергию. Число венцов сопловых лопаток в каждом цилиндре паровой турбины равно числу венцов рабочих лопаток соответствующего ротора. В современных мощных паровых турбинах различают цилиндры низкого, среднего, высокого и сверхвысокого давления. Обычно цилиндром сверхвысокого давления именуется цилиндр, давление пара на входе в который превосходит 30,0 МПа, цилиндром высокого давления – участок турбины, давление пара на входе в который колеблется в пределах 23,5...9,0 МПа, цилиндром среднего давления – участок турбины, давление пара на входе в который около 3,0 МПа, цилиндром низкого давления – участок, давление пара на входе в который не превышает 0,2 МПа. В современных мощных турбоагрегатах число цилиндров низкого давления может достигать четырех с целью обеспечения приемлемой по условиям прочности длины рабочих лопаток последних ступеней турбины.

Органы парораспределения.

Количество пара, поступающего в цилиндр турбины, ограничивается открытием клапанов, которые вместе с регулирующей ступенью называются органами парораспределения. В практике турбиностроения различают два типа парораспределения – дроссельное и сопловое.

Дроссельное парораспределение предусматривает подвод пара после открытия клапана равномерно по всей окружности венца сопловых лопаток. Это означает, что функцию изменения расхода выполняет кольцевая щель

между клапаном, который перемещается, и его седлом, которое установлено неподвижно. Процесс изменения расхода в данной конструкции связан с дросселированием. Чем меньше открыт клапан, тем больше потери давления пара от дросселирования и тем меньше его расход на цилиндр.

Сопловое парораспределение предусматривает секционирование направляющих лопаток по окружности на несколько сегментов (групп сопел), к каждому из которых организован отдельный подвод пара, оснащенный своим клапаном, который либо закрыт, либо полностью открыт. При открытом клапане потери давления на нем минимальны, а расход пара пропорционален доле окружности, через которую этот пар поступает в турбину. Таким образом, при сопловом парораспределении процесс дросселирования отсутствует, а потери давления сводятся к минимуму.

В случае высокого и сверхвысокого начального давления в системе паровпуска применяются так называемые разгрузочные устройства, которые предназначены для уменьшения начального перепада давления на клапане и снижения усилия, которое необходимо приложить к клапану при его открытии.

Конденсатор и вакуумная система.

Большинство турбин, используемых в мировой энергетике для производства электрической энергии, являются конденсационными. Это означает, что процесс расширения рабочего тела (водяного пара) продолжается до давлений, значительно меньших, чем атмосферное. В результате такого расширения дополнительно выработанная энергия может составлять несколько десятков процентов от суммарной выработки.

Конденсатор – теплообменный аппарат, предназначенный для превращения отработавшего в турбине пара в жидкое состояние (конденсат). Конденсация пара происходит при соприкосновении его с поверхностью тела, имеющего более низкую температуру, чем температура насыщения пара при данном давлении в конденсаторе. Конденсация пара сопровождается выделением теплоты, затраченной ранее на испарение жидкости, которая отводится при помощи охлаждающей среды. В зависимости от вида охлаждающей среды конденсаторы разделяются на водяные и воздушные. Современные паротурбинные установки снабжены, как правило, водяными конденсаторами. Воздушные конденсаторы, по сравнению с водяными, имеют более сложную конструкцию и не получили в настоящее время широкого распространения.

Конденсационная установка паровой турбины состоит из собственно конденсатора и дополнительных устройств, обеспечивающих его работу. Подача охлаждающей воды в конденсатор осуществляется циркуляционным насосом. Конденсатные насосы служат для откачки из нижней части

конденсатора конденсата и подачи его в систему регенеративного подогрева питательной воды. Воздухоотсасывающие устройства предназначены для удаления воздуха, поступающего в турбину и конденсатор вместе с паром, а также через неплотности фланцевых соединений, концевые уплотнения и другие места.

Особенности современных турбин для АЭС.

Согласно современным концепциям реакторостроения для АЭС число роторов приводов турбин для выработки электроэнергии не должно превышать пяти, а предельная длина турбины 55...65 м.

Максимальная мощность турбины на насыщенном паре при частоте вращения ротора 3000 об/мин составляет 1000...1200 МВт, а для тихоходных она возрастает примерно в 4 раза.

Масса тихоходных турбин мощностью до 1000 МВт превосходит массу турбин с частотой оборота ротора в 3000 об/мин и только при мощности более 1000 МВт их массы становятся почти одинаковыми. Так, удельная масса турбины К-100060/3000, установленной на Ровенской АЭС, в ~1,3 раза меньше, чем у турбин К-1000-60/1500, установленных на Запорожской АЭС.

Паровая турбина К-1000-60/1500, имеющая общую длину 57,8 м и вес 3000 т, представляет собой многоступенчатую турбину, состоящую из одного двухпоточного цилиндра высокого давления (ЦВД) и трех двухпоточных цилиндров низкого давления (ЦНД). Скорость вращения ротора турбины 1500 об/мин.

Завершение работы ядерного реактора.

По прошествии некоторого времени (обычно около трех лет) тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) извлекаются из активной зоны реактора. Отработавшее топливо высокоактивно. Поэтому извлеченные ТВЭЛ выдерживаются не менее 150 дней в специальных бассейнах на территории АЭС. За это время их активность уменьшается до величин, позволяющих транспортировку.

В процессе работы реактора ядерное топливо изменяет свой изотопный состав. В нем уменьшается содержание ^{235}U , образуются искусственные трансурановые элементы, в том числе ^{239}Pu , происходит накопление продуктов деления.

Далее ядерное топливо из хранилищ реактора попадает на завод, где радиоактивные отходы разделяются на твердую и жидкую фазы, каждая из которых специальным образом «консервируется» и помещается в хранилище радиоактивных отходов. Условия хранения должны быть такими, чтобы в течение десятков тысяч лет не могло произойти утечки радиоактивных материалов в окружающую среду.

Топливо из хранилищ отходов поступает на завод по повторной регенерации топлива. Здесь из него извлекают уран, плутоний, некоторые другие изотопы. «Добытые» таким образом уран и плутоний могут быть опять использованы при производстве ядерного топлива. Отходы от переработки ТВЭЛ снова направляются в хранилища.

Проблемы, связанные с эксплуатацией АЭС:

- захоронение высокоактивных продуктов ядерного топливного цикла;
- ограниченный срок службы ядерных реакторов;
- выбросы в атмосферу радиоактивных газоаэрозольных отходов;
- возможная аварийная обстановка.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные виды распадов радиоактивных ядер и их характеристика. Явление радиоактивности.
2. Свойства ионизирующих излучений.
3. Ядерные силы и их свойства.
4. Возбуждение атома.
5. Процесс ионизации атома.
6. Характеристика эффектов взаимодействия гамма-кванта с веществом.
7. Радиоактивность и единицы ее измерения.
8. Оценка степени радиационного облучения.
9. Доза радиоактивного облучения.
10. Измерение радиоактивности и создание дозиметра.
11. Цепная реакция деления тяжелых ядер.
12. Естественные и искусственные источники радиации.
13. Земная радиация.
14. Понятие о ядерном реакторе и принципе его работы.
15. Обогащение урана.

10. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

10.1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и биологическими объектами

Особенности действия излучения на организм человека.

Причина всех изменений, происходящих в биологических системах под действием радиоактивного излучения, кроется в увеличении числа ионизированных и возбужденных атомов. За этим следуют нарушения в структуре молекул, в процессах биосинтеза в клетке, компонентах органелл и цитоплазмы, клетке, тканях, органах и в конечном итоге в организме в целом. При переходе от изолированной клетки к ткани, органу и организму все явления усложняются. Это определяется тем, что не все клетки поражаются в равной степени, а тканевые эффекты не равны сумме клеточных эффектов: клетки в организме в значительной степени зависимы друг от друга и от окружающей их среды.

Степень поражения организма зависит от дозы ионизирующего излучения (ИИ) и способа действия на организм. Чем больше доза и чем менее продолжительно действие облучения, тем более выражен эффект. Облучение небольшими порциями в течение длительного периода времени переносится легче, чем та же доза, но за один прием. Влияет также локализация облучения – наибольший эффект вызывает облучение всего тела; если же облучить какую-то одну часть тела, то последствий может и не наступить.

Повреждающий эффект ионизирующего излучения проявляется в специфическом болезненном состоянии человека. Исход определяется поглощенной дозой, которая получена организмом. Теоретически даже весьма малая доза может вызвать какой-то радиобиологический эффект, но на практике это происходит далеко не всегда. Здесь играют роль физическое состояние человека и ряд других факторов. Поэтому эффекты от действия ионизирующего излучения разделены на стохастические и соматические. В первом случае малые дозы внешнего облучения могут (чем, собственно говоря, и определяется случайность) «запустить» не до конца еще установленную цепь событий, приводящих к раку или генетическим повреждениям. Однако это своего рода «мина замедленного действия», дающая о себе знать не сразу. Раковые заболевания могут проявиться через 10–20 лет, а болезни, определяемые повреждением генетического аппарата, – через одно-два поколения. Считается, что дозовый предел, при

котором имеется вероятность возникновения подобных повреждений, составляет 1...1,5 Гр.

При более высоких дозах зависимость «доза – эффект» выражена более ярко. Так, в диапазоне доз от 1 до 10 Гр развивается типичная лучевая болезнь человека различной степени тяжести (1...2 Гр – легкая, 1 степень; 2...4 Гр – средняя, 2 степень; 4...10 – тяжелая, 3 степень). При дозе 1...2,5 Гр стоит дилемма «заболеть – не заболеть», и здесь очень важную роль играют индивидуальные особенности организма. При 2,5...6 Гр – «заболеть – умереть», а выше 6 Гр – смерть наступает однозначно, выживание происходит крайне редко. При дозе 4,5 Гр погибает половина облученных в течение месяца.

Дозы для всего тела в 10...50 Гр поражают эпителиальные ткани слизистых оболочек и смерть наступает в течение 1–2 недель от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте.

Очень большие дозы (>100 Гр) вызывают тяжелые поражения нервной системы и смерть наступает через несколько часов или дней.

В наибольшей степени повреждаются от действия радиации лимфоидные, костномозговые клетки, а также эпителий слизистых оболочек кишечника и хрусталика. Абсолютно устойчива жировая ткань. Промежуточное положение занимают эпидермис, мышечная и нервные ткани.

Незначительным изменениям подвергаются под действием ионизирующего излучения в клеточных включениях жир, хромофильные вещества, пигментные зерна, аппарат Гольджи, нейро- и миофибриллы. Наибольшей радиочувствительностью обладают хромосомные ДНК.

Как правило, гибель при облучении летальными дозами наступает от катастрофического ослабления иммунитета и заболевания самыми безобидными болезнями – организм становится беззащитным перед атакой бактерий из основных микробных резервуаров – кишечника, легких и т. д. Очень важно также повреждение красного костного мозга – основы системы кроветворения в организме. Некоторые нарушения в его работе отмечаются уже при дозах в 0,5...1 Гр, однако и восстановление его также происходит достаточно быстро.

10.2. Действия ионизирующих излучений на клетку, ткани и органы организма человека

Под прямым действием понимают такие изменения, которые возникают в результате поглощения энергии излучения самими исследуемыми молекулами («мишенями»).

Под косвенным действием понимают изменения молекул в растворе, вызванные продуктами радиационного разложения (радиолиза) воды или растворенных веществ, а не энергией излучения, поглощенной самими исследуемыми молекулами.

Основное химическое соединение в организме человека – это вода, содержание ее составляет 65 %...75 % от общей массы организма. Образованные под действием ионизирующего излучения радикалы воды (H^+ , OH^-) и пероксиды (H_2O_2) вступают в химические реакции с молекулами белков, липидов и углеводов и приводят к структурным изменениям тканей и клеток.

Основные эффекты действия ИИ на клетку.

Стадии воздействия ИИ на организм.

1. Физическая стадия – возникают возбужденные и ионизированные молекулы.

2. Физико-химическая стадия – происходит перераспределение возбужденными молекулами избыточной энергии. В результате образуются активные ионы и радикалы.

3. Химическая стадия – ионы и радикалы взаимодействуют как друг с другом, так и с окружающими молекулами. В результате образуются различные типы структурных повреждений.

4. Стадия биомолекулярных повреждений – происходят изменения молекул белков, нуклеиновых кислот под влиянием процессов обмена.

5. Стадия ранних биологических и физиологических эффектов – происходит гибель клеток, органов, всего организма.

6. Стадия отдаленных биологических эффектов – длится годами и столетиями. Происходят генетические мутации, действие на потомство, а также соматические эффекты.

Варианты последствий облучения клетки:

- репродуктивная гибель клетки;
- полное выживание клетки без последствий;
- процесс выживания и деления осложнен и клетка погибает;
- появление живой, но измененной клетки.

Радиочувствительность тканей и органов организма.

Радиочувствительность – это чувствительность биологических объектов к действию ИИ. Чувствительность органов и тканей к действию ионизирующей радиации (радиочувствительность) различна, что определяется их сложностью, степенью дифференциации клеток, особенностью процессов метаболизма. В целом, на тканевую радиочувствительность оказывают влияние степень кровоснабжения и величина облучаемого объема.

В соответствии с убыванием степени радиочувствительности клетки организма можно расположить в следующей последовательности.

1. Высокая чувствительность к радиоактивному излучению: лимфоциты (белые кровяные тельца), кроветворные клетки костного мозга, зародышевые клетки семенников и яичников, клетки эпителия тонкого кишечника. Стволовые клетки этих тканей полностью погибают при дозе облучения 10 Гр.

2. Средняя чувствительность: клетки зародышевого слоя кожи и слизистых оболочек, клетки сальных желез, клетки волосяных фолликулов, клетки печени, клетки потовых желез, клетки эпителия хрусталика, хрящевые клетки, клетки сосудов, органы дыхания. Клетки этих тканей выдерживают дозу облучения до 40 Гр.

3. Достаточно высокая устойчивость к излучениям: нервные клетки, мышечные клетки, клетки соединительной ткани, костные клетки. Выдерживают дозу облучения до 80...100 Гр.

Репродуктивные органы – яичники и семенники отличаются повышенной чувствительностью к облучению. Однократное облучение в дозе 0,1 Гр приводит к временной стерильности мужчин, т. к. приостанавливается размножение сперматозоидов и их формирование. Доза более 2 Гр обуславливает возникновение полной стерильности и лишь через много лет постепенно восстанавливается возможность продуцирования нормальной спермы. Яичники несколько менее чувствительны, но доза в 3 Гр приводит к полной и необратимой стерильности. Очень уязвим хрусталик глазного яблока. Погибшие клетки становятся непрозрачными, а разрастание помутневших участков приводит сначала к катаракте, а затем и к полной слепоте. Помутнение может наступить при дозе более 2 Гр.

Гораздо чувствительнее к действию ионизирующей радиации организм детей. Небольшие дозы при облучении хрящевой ткани приводят к замедлению роста костей и развития скелета в целом. Чем меньше возраст ребенка, тем существеннее повреждения. Облучение мозга ребенка при лучевой терапии может вызвать изменения в его поведении, привести к потере памяти, а у очень маленьких детей даже к слабоумию и идиотии. Кости и мозг взрослого человека менее радиочувствительны.

Параллельно с повреждениями от ионизирующей радиации идет процесс восстановления. При этом происходит восстановление нормального функционирования клетки, органа и в конечном итоге организма в целом. При дозах, близких к летальным, полное восстановление никогда не наступает.

10.3. Действия больших и малых доз радиации на человека

Особенности поражения организма в целом определяются двумя факторами:

- 1) радиочувствительностью тканей, органов и систем, непосредственно подвергшихся облучению;
- 2) поглощенной дозой излучения и ее распределением во времени.

При облучении страдают все органы и ткани, но ведущим для организма является поражение одного или нескольких критических органов.

Первая группа – все тело, гонады, красный костный мозг.

Вторая группа – желудочно-кишечный тракт, легкие, мышцы, щитовидная железа, печень, почки, селезенка, хрусталик глаза и другие органы, за исключением тех, которые относятся к первой и третьей группам.

Третья группа – кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, голени и стопы.

С учетом биологического воздействия на отдельные критические органы человека принято выделять особенности их поражения от действия внешнего и внутреннего облучения.

Воздействие внешнего облучения на человека.

Внешнее облучение происходит под воздействием источника излучения, находящегося вне организма. При внешнем облучении, которое создается в основном гамма-, рентгеновским и нейтронным излучениями, поражающая способность определяется энергией и продолжительностью излучения, расстоянием от источника излучения. Возможно контактное облучение вследствие радиоактивного загрязнения кожных покровов, одежды.

Основными источниками внешнего облучения являются космическое излучение, естественные радионуклиды почвы и воздуха, радиоактивные продукты деления, которые появляются в результате проведения испытаний ядерного оружия, сбрасывания отходов атомной промышленности и аварий ядерных реакторов.

Контроль внешнего облучения производится дозиметрами, которые могут измерять экспозиционную дозу или чаще всего уровень радиации. Полученные значения сравниваются с естественным фоном, характерным для данной местности.

В настоящее время на территории Республики Беларусь дополнительное внешнее облучение в связи с аварией на ЧАЭС обусловлено в основном присутствием цезия-137 в окружающей среде.

Особенности биологического действия внешнего ИИ на органы человека.

Органы кроветворения, костный мозг, селезенка, лимфатические железы. Красный костный мозг и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать уже при дозах облучения 0,5...1 Гр. Нарушения кроветворения могут возникнуть на различных этапах клеточного обновления. При нарушении дифференциации клеток наступает лейкоз (рак крови или белокровие) – это заболевание, характеризующееся избыточным образованием неполноценных клеток крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов).

Половые железы. При дозах 0,15 Гр происходит клеточное опустошение семенников, при облучении в дозах 3,5...6 Гр возникает постоянная стерильность. Воздействие однократного облучения в дозе 1...2 Гр на оба яичника вызывает временное бесплодие и прекращение менструаций на 1–3 года. При остром облучении в диапазоне 2,5...6 Гр развивается стойкое бесплодие.

Желудочно-кишечный тракт, печень, органы дыхания. Наибольшей радиочувствительностью обладает тонкий кишечник, затем в сторону снижения радиочувствительности располагаются полость рта, язык, слюнные железы, пищевод, желудок, прямая и ободочная кишки, поджелудочная железа, печень. Сердце считается радиоустойчивым органом, однако при локальном облучении в дозах 5...10 Гр отмечаются изменения миокарда, при дозе 20 Гр – поражение эндокарда. Последствия облучения легких проявляются не сразу. ЛД50 при однократном внешнем гамма-облучении составляет 8...10 Гр, при дискретном в течение 6–8 недель – 30...50 Гр.

Органы выделения, мышечная и соединительная ткань, хрящи, нервная ткань. Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр, полученную в течение пяти недель, печень – 40 Гр за месяц, мочевого пузыря – 55 Гр за месяц, а зрелая хрящевая ткань – до 70 Гр.

Органы зрения. Повреждения отдельных участков глаза отмечены при дозах облучения 2 Гр и менее, прогрессирующая катаракта – при дозах около 5 Гр. Дозы от 0,5 до 2 Гр, полученные в течение 10–20 лет, приводят к уплотнению и помутнению хрусталика.

Кости, сухожилия. Наибольшая радиочувствительность скелетной ткани характерна для эмбрионального периода. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост костей. Суммарная доза порядка 10 Гр, полученная в течение нескольких недель при ежедневном облучении, вызывает некоторые аномалии развития скелета. Кости и мозг взрослого

человека способны выдерживать гораздо большие дозы. Мышцы обладают высокой радиоустойчивостью.

Центральная нервная система человека обладает высокой радиоустойчивостью. Клеточная гибель наблюдается при дозах свыше 100 Гр.

Эндокринная система обладает относительной радиоустойчивостью. Летальная доза для человека составляет 6...8 Гр.

Внутреннее облучение человека.

Внутреннее облучение наблюдается при попадании радиоактивных веществ (РВ) внутрь организма с вдыхаемым воздухом (2 %...5 %), питьевой водой (5 %...8 %), загрязненными продуктами питания (90 %), при курении, пользовании косметикой, через кожу или другими путями (например, введение радиоактивных веществ внутрь организма при медицинском обследовании).

По степени биологического действия ионизирующие излучения располагаются в следующий убывающий ряд: $\alpha > \beta > \gamma$, что обусловлено их различной ионизирующей способностью.

Существует ряд особенностей, которые делают внутреннее облучение во много раз более опасным, чем внешнее (при одних и тех же количествах радионуклидов).

1. При внутреннем облучении увеличивается время облучения тканей организма, т. к. при этом время облучения совпадает со временем нахождения радионуклида в организме (при внешнем облучении доза определяется временем нахождения в зоне радиационного воздействия).

2. Доза внутреннего облучения резко возрастает из-за практически бесконечно малого расстояния до тканей, которые подвергаются ионизирующему воздействию (так называемое контактное облучение).

3. При внутреннем облучении исключается поглощение альфа-частиц роговым слоем кожи (альфа-активные вещества становятся наиболее опасными).

4. За небольшим исключением радионуклиды распределяются в тканях организма не равномерно, а выборочно концентрируясь в отдельных органах, еще более усиливая их облучение.

5. В случае внутреннего облучения нет возможности использовать методы защиты, которые разработаны для внешнего облучения (экранирование, сокращение времени нахождения в поле действия РВ, удаление от источника облучения).

Особенности воздействия внутреннего облучения на человека.

Попадая в организм человека, радионуклиды накапливаются в отдельных органах и тканях в зависимости от типа радиоактивного изотопа:

- в костях преимущественно накапливаются кальций, стронций, барий, радий, плутоний;
- в печени и легких – плутоний;
- в мышцах – калий, рубидий, цезий;
- в лимфатических узлах – рутений, ниобий, полоний;
- в щитовидной железе – йод.

Некоторые радиоактивные вещества накапливаются равномерно во всем организме. К ним относятся тритий, углерод, железо, полоний.

При внутреннем облучении степень поражения организма зависит не только от количества попавших в организм радионуклидов, от распределения их по органам и системам, но и от времени естественного выведения их из организма.

Биологический период полувыведения – это время, за которое половина радиоактивного вещества выводится из организма за счет обмена веществ. Эффективный период полувыведения – это время, за которое радиоактивное вещество, находящееся в организме, уменьшает в 2 раза свою активность вследствие радиоактивного распада.

Наиболее эффективными выводящими системами из организма являются желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), легкие, кожа и почки.

Установлено, что при внутреннем облучении относительно наиболее активно противостоять радиации могут печень, почки, иммунная и кровеносная системы.

Лучевая болезнь.

В зависимости от поглощенной дозы костномозговая форма острой лучевой болезни (ОЛБ) подразделяется по степеням тяжести:

- легкая – наблюдается при дозах 1...2 Гр;
- средней тяжести – наблюдается при дозах 2...4 Гр;
- тяжелая – наблюдается при дозах 4...6 Гр;
- крайне тяжелая – наблюдается при дозах 6...10 Гр.

В течение ОЛБ выделяются три периода:

- 1) период формирования;
- 2) период восстановления;
- 3) период исходов и последствий.

Период формирования болезни можно четко разделить на четыре фазы:

- 1) фаза первичной острой реакции;
- 2) фаза мнимого благополучия;
- 3) фаза разгара болезни;
- 4) фаза раннего восстановления.

Действие малых доз радиации. Стохастические и нестохастические эффекты.

Стохастические эффекты – это вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, не имеющие дозового порога возникновения, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы.

Эффекты, которые имеют пороговую дозу и тяжесть которых зависит от дозы, называются нестохастическими. Они возникают в результате изменений в большом числе клеток и характерны для отдельных тканей.

Например:

- опустошение красного костного мозга (1...10 Гр), проявление лучевой болезни;
- лучевая катаракта глаз (при дозах от 2 до 10 Гр) и т. д.

Стохастические эффекты возникают, когда облученная клетка не гибнет, а изменяется. Изменившаяся, но жизнеспособная клетка может дать в результате деления целый клон (новое поколение) измененных клеток, которые с большой вероятностью будут уничтожены или изолированы защитными механизмами организма. Если гибель или изоляция клеток не произошла, то после продолжительного периода времени, называемого латентным периодом, изменившиеся клетки (новообразования) могут вызвать раковые заболевания. При поражении половой клетки появляются наследственные эффекты.

Стохастические (случайные) эффекты могут быть как при больших, так и при малых дозах облучения и являются беспороговыми. Латентный период может различаться по продолжительности в зависимости от состояния организма и вида рака. При малых дозах (менее 1 Гр) заболевания раком носят случайный характер, как и другие заболевания. Особенностью диапазона стохастических эффектов является то, что в его пределах может быть и хроническая лучевая болезнь (ХЛБ).

Хроническая лучевая болезнь.

ХЛБ возникает в результате многократно повторяющегося в течение длительного времени внешнего облучения малыми дозами (1,5...2,5 Гр), а также при попадании внутрь организма радиоактивных изотопов, которые надолго фиксируются в тканях организма и формируют дозы 0,7...1 Гр. Она может быть также и следствием острой лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь характеризуется:

- длительностью и фазностью течения, которая носит волнообразный характер. Это отражает, с одной стороны, проявление повреждений, а с другой – восстановительные и приспособительные реакции в организме;

- особенностями проявления;
- наличием отдаленных последствий.

В диапазоне доз от 0,7 до 2,5 Гр различают три степени тяжести хронической лучевой болезни:

- 1) первая степень (легкая) – доза до 1,5 Гр;
- 2) вторая степень (средняя) – доза 1,5...2,0 Гр;
- 3) третья степень (тяжелая) – доза 2...2,5 Гр.

10.4. Принципы и критерии радиационной безопасности

Основными принципами обеспечения радиационной безопасности для работающих на предприятиях Республики Беларусь являются:

- принцип нормирования – непревышение допустимых значений индивидуальных доз облучения граждан, безопасных для их здоровья, от всех источников ионизирующего излучения;

- принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;

- принцип минимизации – поддержание в пределах значений, безопасных для здоровья граждан, индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения на возможно более низком уровне.

При радиационной аварии система радиационной безопасности населения основывается на следующих принципах:

- предполагаемые мероприятия по ликвидации последствий радиационной аварии должны обеспечивать приведение индивидуальных доз облучения граждан в соответствие с установленными нормативами;

- виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии должны быть реализованы таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.

Правовое регулирование в области радиационной безопасности в Республике Беларусь осуществляется следующими нормативно-правовыми актами:

- Законом Республики Беларусь от 5 января 1998 г. № 122-3 «О радиационной безопасности населения»;

- Законом Республики Беларусь от 30 июля 2008 г. № 426-3 «Об использовании атомной энергии»;
- Законом Республики Беларусь от 6 января 2009 г. № 9-3 «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий»;
- Законом Республики Беларусь от 26 мая 2012 г. № 385-3 «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»;
- Государственной программой по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы и на период до 2030 года;
- Концепцией реабилитации населения и территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, принятой в 2002 г.

Основные действующие санитарные правила и нормы (СанПиН) и гигиенические нормативы (ГН) в области обеспечения радиационной безопасности:

- СанПиН «Требования к радиационной безопасности» и ГН «Критерии оценки радиационного воздействия» (утверждены постановлением Минздрава Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213 с дополнениями согласно постановлению Минздрава Республики Беларусь от 31 декабря 2013 г. № 137);
- СанПиН «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» (утверждены постановлением Минздрава Республики Беларусь от 31 декабря 2013 г. № 137);
- СанПиН «Требования к обеспечению радиационной безопасности при проведении работ в зонах радиоактивного загрязнения» (утверждены постановлением Минздрава Республики Беларусь от 02 июля 2015 г. № 89);
- СанПиН «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при обращении с радиоактивными отходами» (утверждены постановлением Минздрава Республики Беларусь от 31 декабря 2015 г. № 142);
- СанПиН «Требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома» (утверждены постановлением Минздрава Республики Беларусь от 11 марта 2016 г. № 42);
- СанПиН «Гигиенические требования по обращению с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием радионуклидов» (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 5 июля 2005 г. № 89);

– ГН 10-117–99 *Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)* (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26 апреля 1999 г. № 16);

– СанПиН «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 30 декабря 2005 г. № 284).

Особенности применения СанПиН и ГН.

Нормы радиационной безопасности относятся только к ионизирующему излучению и применяются к трем категориям облучения:

- 1) профессиональное облучение;
- 2) облучение населения;
- 3) медицинское облучение в ситуациях планируемого, аварийного и существующего облучения.

СанПиНы и ГН также устанавливают две категории облучаемых лиц:

- 1) персонал;
- 2) все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса нормативов:

- 1) основные пределы доз (ПД);
- 2) граничные дозы и референтные уровни;
- 3) допустимые уровни, к которым относятся пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), допустимые среднегодовые удельные активности (ДУА) и др.

10.5. Нормы радиационной безопасности

Нормы распространяются на следующие виды воздействия ионизирующего излучения на человека:

- в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- в результате радиационной аварии;
- от природных источников излучения;
- при медицинском облучении.

Требования по обеспечению радиационной безопасности сформулированы для каждого вида облучения.

Суммарная доза от всех видов облучения используется для оценки радиационной обстановки и ожидаемых медицинских последствий, а также для обоснования защитных мероприятий и оценки их эффективности.

Требования Правил и Норм не распространяются на источники излучения, создающие при любых условиях обращения с ними:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв;
- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике не более 15 мЗв;
- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв либо когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает нецелесообразность снижения коллективной дозы.

Предел дозы и граничная доза.

Предел дозы – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

Граничная доза – заблаговременно введенное ограничение индивидуальной дозы облучения от данного источника, обеспечивающее базовый уровень защиты для большинства лиц, облучаемых данным источником в повышенных дозах, и служащее для установления верхней границы дозового диапазона, внутри которого проводится оптимизация защиты для данного источника излучения. В нормативных документах применяют летальную и полулетальную дозы.

Летальная доза ЛД₁₀₀ (или ЛД_{100/30}) – это минимальная доза облучения, вызывающая смерть 100 % облученных организмов в течение 30 дней.

Полулетальная доза ЛД₅₀ (или ЛД_{50/30}) – это минимальная доза облучения, вызывающая смерть 50 % облученных организмов в течение 30 дней. Для человека она колеблется от 2,5 до 3,5 Гр и зависит от состояния его организма, возраста и т. д.

При планировании облучения пациентов и оценке соотношения «риск – польза» необходимо использовать эквивалентную дозу или поглощенную дозу в облучаемых тканях.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц не должна превышать 1 мЗв.

10.6. Организация дозиметрического контроля населения при радиационном облучении

Санитарными правилами и нормами «Требования к радиационной безопасности», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213, предусмотрено осуществление:

- индивидуального дозиметрического контроля с использованием измерений, осуществляемых индивидуальными приборами (устройствами), которые носят работники, или измерений количества радиоактивных веществ, находящихся у них в организме или на их теле;
- регулирующего контроля за разрешенной практической деятельностью с радиоактивными материалами и предметами;
- радиационного контроля (имеет целью определение степени соблюдения принципов радиационной безопасности и требований действующих технических нормативных правовых актов);
- радиационного мониторинга (предусматривает измерение уровня дозы, мощности дозы или активности для оценки или контроля облучения в результате воздействия излучений или радиоактивных веществ, а также интерпретацию результатов);
- контроля над источником ионизирующего излучения (в случае возникновения аварии);
- послевосстановительного контроля (устанавливается после завершения восстановительных мероприятий по устранению аварии).

Санитарными правилами и нормами «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 декабря 2013 г. № 137, предписывается пользователю источников ионизирующих излучений осуществлять:

- радиационный контроль для получения информации о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде и об уровнях облучения людей (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль) (п. 5, гл. 4 и 6);
- контроль за обеспечением радиационной безопасности (гл. 5);
- индивидуальный дозиметрический контроль (п. 36);

- автоматизированный и визуальный контроль за ходом технологического процесса (п. 60);
- контроль за ходом работы оборудования (п. 61);
- радиометрический контроль (п. 160).

Инструкцией о порядке обучения, инструктажа и оценки знаний нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, утвержденной постановлением МЧС Республики Беларусь от 30 ноября 2010 г. № 55, также предусмотрено осуществление:

- контроля за обеспечением радиационной безопасности (п. 3);
- радиационного контроля (п. 5).

Санитарными правилами и нормами 2.6.1.8-38-2003 Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований, утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31 декабря 2003 г. № 223, установлены требования по осуществлению следующих видов контроля:

- оперативного радиационного контроля (п. 2);
- контроля за дозами облучения персонала и пациентов (п. 13);
- производственного контроля за выполнением норм и правил по обеспечению безопасности при рентгенологических исследованиях и рентгенотерапии (п. 13);
- радиационного контроля (п. 18);
- дозиметрического контроля и учета индивидуальных доз облучения (п. 19);
- внепланового радиационного дозиметрического контроля (п. 131);
- периодического контроля эксплуатационных параметров медицинского рентгеновского оборудования, находящегося в эксплуатации (п. 132);
- текущего контроля эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования (п. 132).

Принципы контроля и ограничения радиационных воздействий на человека при медицинском обследовании и лечении.

Они основаны на получении необходимой и полезной диагностической информации или терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения.

При проведении дозиметрического контроля обеспечивается требование, чтобы ни один пациент (симптоматический или асимптомный) не подвергался медицинскому облучению, если не выполнены следующие условия:

- радиологическая процедура не была предписана направляющим врачом-специалистом и информация о клинической картине не была предоставлена или если проведение этой процедуры не предусматривается в рамках программы профилактического медицинского осмотра населения;
- медицинское облучение не было обосновано в надлежащих случаях посредством проведения консультаций между врачом-радиологом и направляющим врачом-специалистом или если это облучение не предусматривается в рамках программы профилактического медицинского осмотра;
- врач-радиолог не принимает на себя ответственность за обеспечение защиты и безопасности при планировании и осуществлении медицинского облучения;
- пациент или его законный представитель не информирован в надлежащих случаях об ожидаемой диагностической или терапевтической пользе от проведения данной радиологической процедуры, а также о рисках, связанных с воздействием излучения.

Классификация дозиметрических приборов.

Индикаторы – простейшие измерительно-сигнальные приборы, позволяющие обнаружить факт наличия излучения и ориентировочно оценить некоторые характеристики излучений. Детекторами в них чаще всего являются газоразрядные счетчики.

Радиометры – это приборы с газоразрядными, сцинтилляционными счетчиками и другими детекторами, предназначенные для измерения активности радиоактивных препаратов и источников излучения, для определения плотности потока или интенсивности ионизирующих частиц и квантов, поверхностей, радиоактивности предметов, удельной активности аэрозолей, газов и жидкостей.

Для более точных измерений активности препаратов и потоков частиц применяют стационарные радиометры, которые осуществляют дискретный счет попавших в детектор частиц и квантов (дифференциальные измерения). Это – гамма-радиометры РКГ-АТ1320, РКГ-АТ1320А, РКГ-АТ1320В и др.

Спектрометры – приборы и установки, предназначенные для определения энергии частиц, энергетического спектра, типа радионуклида; альфа-спектрометры, бета-спектрометры, гамма-спектрометры и комбинированные приборы. Используются для проведения радиационной разведки местности и идентификации загрязняющих территорию радионуклидов.

Дозиметры (рентгенометры) – приборы, измеряющие экспозиционную и поглощенную дозы излучения или соответствующие мощности доз. Они состоят из трех основных частей: детектора, радиотехнической схемы, усиливающей ионизационный ток, и регистрируемого (измерительного)

устройства. По характеру применения дозиметры делятся на стационарные, переносные и приборы индивидуального дозиметрического контроля.

Классификация дозиметров по применению.

Дозиметрические приборы предназначаются для:

– контроля облучения – измерения амбиентных, поглощенных или экспозиционных доз излучения, полученных людьми и сельскохозяйственными животными;

– контроля радиоактивного загрязнения радиоактивными веществами людей, сельскохозяйственных животных, а также техники, транспорта, оборудования, средств индивидуальной защиты, одежды, продовольствия, воды, фуража и других объектов;

– ведения радиационной разведки – определения уровня радиации на местности;

– определения наведенной радиоактивности в облученных нейтронными потоками различных технических средствах, предметах и грунте.

Для каждого вида излучения в зависимости от его пробега в веществе подбирается свой соответствующий детектор.

10.7. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде

После аварии на Чернобыльской АЭС, исходя из ограничений дозы и с учетом наличия радионуклидов в продуктах питания, были рассчитаны Временные допустимые уровни (ВДУ-86) содержания активности в этих продуктах.

В 1990 г. были установлены республиканские контрольные уровни, а позже и республиканские допустимые уровни, которые периодически уточнялись и, как правило, становились более жесткими. При этом учитывались естественный спад радиации на радиоактивно загрязненных территориях, мероприятия по снижению количества радиоактивных веществ в сельскохозяйственной продукции, рацион питания людей, проживающих в зонах радиоактивного загрязнения, их социальное положение и другие факторы.

РДУ-99 ужесточают нормы по содержанию радионуклидов в рационе питания исходя из того, чтобы эффективная доза не превышала 1 мЗв/год.

10.8. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения

Причины необходимости контроля за излучением природных источников:

– непрерывное и слабоконтролируемое распространение извлекаемых из недр радионуклидов по технологической цепочке оборудования и образование вторичных источников излучения в виде отложений в оборудовании, загрязненного грунта, нефтешлама, донных осадков в шламонакопителях, прудах-отстойниках, илосборниках;

– непостоянство удельной активности радионуклидов в различных структурах: нефтяной эмульсии, нефтешламе, пульпе, донных отложениях, пластовой воде, которое может изменяться по многим причинам и трудно поддается регулированию;

– относительно низкая удельная активность распределенных нуклидов в сочетании с большими массивами (сотни кубических метров на одном объекте) вовлеченных материалов: загрязненный грунт, элементы физических барьеров шламонакопителей в виде земляных и бетонных откосов, глинистых и битумных водоупоров;

– непрерывное выделение газообразных радионуклидов (радона и торона) из высокодисперсных фаз, ухудшающее удержание радионуклидов и способствующее их рассредоточению в окружающей среде;

– нарушение равновесия природных радионуклидов. Сначала радионуклиды выщелачиваются из горных пород, затем перераспределяются между различными фазами, формируя новые, динамичные источники излучения;

– увеличение суммарной активности радионуклидов в материалах при естественном распаде в изолированных от выхода радона структурах;

– сложность отбора контрольных проб из больших массивов с многослойной структурой.

Организация радиологического контроля за природными источниками.

Применяются две формы контроля: ведомственный и государственный санитарный.

Государственный санитарный контроль проводит радиологический отдел территориальной санэпидемстанции в порядке текущего и предупредительного санитарного надзора.

Определение удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах производится гамма-спектрометрическими методами, согласованными со службами стандартизации.

Для общей их оценки вводится радиационно-гигиенический норматив на суммарную удельную активность радионуклидов.

Мощность дозы внешнего гамма-излучения измеряется дозиметрами, например, типа ДРГ-01 Т (детектор-газоразрядные счетчики). Допускается для ориентировочной оценки мощности дозы использование радиометров (например, СРП-68-01 детектор-сцинтилляционный кристалл NaI). Ориентировочная оценка может быть получена уменьшением показаний такого прибора на коэффициент 0,6...0,8 (различающийся для каждого экземпляра прибора и устанавливаемый путем сопоставления с результатами измерений дозиметрами).

При обнаружении индикаторным прибором превышений мощности дозы в помещении над фоном открытой местности более чем на 33 мкР/ч измерения следует повторить с использованием прибора типа ДРГ-01Т.

Измерения мощности дозы в помещениях следует проводить на высоте 1 м и в центре комнаты, а на открытой местности – не менее чем в 30 м от ближайшего здания на той же высоте.

Вопросы для самоконтроля

1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и биологическими объектами.
2. Особенности действия излучения на организм человека.
3. Действия ионизирующих излучений на клетку, ткани и органы организма человека.
4. Действия больших и малых доз радиации на человека.
5. Стохастические и нестохастические эффекты.
6. Хроническая лучевая болезнь.
7. Принципы и критерии радиационной безопасности.
8. Нормативно-правовые акты в области обеспечения радиационной безопасности.
9. Основные действующие санитарные правила и нормы и гигиенические нормативы в области обеспечения радиационной безопасности.
10. Нормы радиационной безопасности.
11. Что такое предел дозы и граничная доза?

12. Организация дозиметрического контроля населения при радиационном облучении.

13. Принципы контроля и ограничения радиационных воздействий на человека при медицинском обследовании и лечении.

14. Классификация дозиметрических приборов.

15. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде.

16. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения.

17. Организация радиологического контроля за природными источниками.

11. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ

11.1. Чрезвычайные ситуации, их классификация

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ежегодно чрезвычайные ситуации уносят жизни 2,5–3 млн жителей нашей планеты. Материальный ущерб от ЧС исчисляется в пределах 50–100 млрд долл. в год, и эти цифры постоянно растут.

Классификация ЧС по размерам ущерба и границам зоны.

В зависимости от количества людей, пострадавших в ЧС, размера материального ущерба, а также границ зон распространения поражающих факторов ЧС подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные и трансграничные

К локальной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации, и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К местной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало от 10 до 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности от 100 до 300 человек, либо материальный ущерб составляет от 1 тыс. до 5 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации, и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К территориальной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности от 300 до 500 человек, либо материальный ущерб составляет от 5 тыс. до 0,5 млн минимальных размеров оплаты труда, и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории поселения.

К региональной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности

от 500 и свыше 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн минимальных размеров оплаты труда, и зона чрезвычайной ситуации охватывает территорию двух субъектов страны или выходит за их пределы.

К трансграничной относится чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы страны, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию страны.

Четыре стадии развития ЧС.

1. Зарождение – возникновение условий или предпосылок для чрезвычайной ситуации (усиление природной активности, накопление деформаций, дефектов и т. п.). Установить момент начала стадии зарождения трудно. При этом возможно использование статистики конструкторских отказов и сбоев, анализируются данные сейсмических наблюдений, метеорологические оценки и т. п.

2. Инициирование – начало чрезвычайной ситуации. На этой стадии важен человеческий фактор, поскольку статистика свидетельствует, что до 70 % техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала. Более 80 % авиакатастроф и катастроф на море связаны с человеческим фактором. Для снижения этих показателей необходима более качественная подготовка персонала. Так, например, в США для подготовки оператора для АЭС затрачивается до 100 тыс. долл. Ввиду этого особенно актуальны качественный отбор и подготовка кандидатур для работы диспетчером и оператором на объектах повышенной опасности.

3. Кульминация – стадия высвобождения энергии или вещества. На этой стадии отмечается наибольшее негативное воздействие на человека и окружающую среду вредных и опасных факторов чрезвычайной ситуации. Одной из особенностей данной стадии является взрывной характер разрушительного воздействия, вовлечение в процесс токсичных, энергонасыщенных и других компонентов.

4. Затухание – локализация чрезвычайной ситуации и ликвидация ее прямых и косвенных последствий. Продолжительность данной стадии различна, возможны дни, месяцы, годы и десятилетия.

Зона разрушений объектов и очаги поражения людей.

В результате воздействия поражающих факторов возникают зоны разрушений, пожаров, загрязнений, т. е. образуются зоны, опасные для безопасности жизнедеятельности людей и оказывающие влияние на устойчивость функционирования объектов связи.

Под зоной разрушения, загрязнения, заражения, пожаров и т. д. понимают территорию, на которой распространилось действие поражающих факторов. На территории зоны могут возникать очаги поражения.

Очаги поражения – это территории, на которых произошло массовое поражение людей, сельскохозяйственных животных, растительности, разрушение зданий, сооружений. Они являются следствием воздействия поражающих факторов, вызванных стихийными бедствиями, производственными авариями и катастрофами, а также результатом воздействия оружия массового поражения.

11.2. Поражающие факторы чрезвычайных ситуаций

Основные поражающие факторы ЧС: воздушная взрывная волна, температура, ионизирующее излучение, сильнодействующие ядовитые вещества, бактериальные агенты, аэрогидродинамический фактор, психо-эмоциональное воздействие.

Воздушная взрывная волна.

Ударная воздушная волна (УВВ) является одним из основных поражающих факторов ЧС, представляет собой область сжатия газа с резким скачком давления, плотности и температуры и распространяется по невозмущенному воздуху со сверхзвуковой скоростью. Передняя граница волны называется фронтом воздушной ударной волны. Ударная волна имеет фазу сжатия и фазу разрежения.

Прямое воздействие взрывной ударной волны на людей и животных возникает в результате сильного избыточного давления и скоростного напора воздуха.

Ввиду небольших размеров человеческого тела ударная волна молниеносно охватывает его и подвергает сильному сжатию в течение буквально нескольких секунд. Мгновенное повышение давления воспринимается живым организмом как сильный и резкий удар.

Скоростной напор при взрыве создает значительное лобовое давление, которое сразу может привести к перемещению тела в пространстве на определенное расстояние.

Последствия воздействия ударной воздушной волны.

Степень воздействия ударной волны зависит от мощности взрыва, метеоусловий, расстояния, местонахождения (в здании произошел взрыв или на открытой местности) и положения человека (стоя, лежа, сидя).

Травмы, наносимые человеку, по степени тяжести характеризуется медицинскими экспертами как легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые.

Для людей и животных, расположенных вне укрытий, избыточное давление во фронте ударной волны 10 кПа и менее считается достаточно безопасным.

Легкие поражения человека наступают при избыточном давлении 20...40 кПа. Они выражаются весьма кратковременными нарушениями функций организма (звоном в ушах, головокружением, головной болью). Возможны вывихи и мелкие ушибы.

Поражения средней тяжести возникают у человека и животных при избыточном давлении 40...60 кПа. При этом могут наблюдаться вывихи конечностей, повреждение органов слуха, контузия головного мозга, а также кровотечения из носа и ушей.

Тяжелые контузии и травмы возникают уже при избыточном давлении 60...100 кПа. Они характеризуются выраженной контузией всего организма, кровотечениями из носа, ушей, переломами костей, возможно также серьезное повреждение внутренних органов и внутреннее кровотечение. В редких случаях могут привести к летальному исходу.

Крайне тяжелые контузии с летальным исходом или серьезные травмы у людей возникают при избыточном давлении свыше 100 кПа. При этом отмечаются переломы костей, серьезные разрывы внутренних органов, внутренние кровотечения, сотрясение мозга с весьма длительной потерей сознания. Также разрывы наблюдаются в следующих органах: содержащих большое количество крови, таких как почки, печень, селезенка; наполненных газом – легкие, кишечник; имеющих полости, наполненные жидкостью, – головной мозг, мочевой и желчный пузыри.

Термический поражающий фактор ЧС.

Термические поражающие факторы возникают в результате воздействия высоких температур (пожары, высокая температура окружающего воздуха, световое излучение), что приводит к появлению термических ожогов и вызывает общее перегревание организма.

Световое излучение ядерного взрыва является опасным поражающим фактором и представляет собой электромагнитное излучение в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра.

Источником светового излучения является светящаяся область (огненный шар), состоящая из раскаленных продуктов взрыва и воздуха. Из этой области излучается огромное количество лучистой энергии в чрезвычайно короткий промежуток времени, вследствие чего происходят быстрый нагрев облучаемых предметов, обугливание или воспламенение горючих материалов и ожог биологических тканей.

На долю светового излучения приходится 30 %...40 % всей энергии ядерного или термоядерного взрыва. Световое излучение вызывает ожоги открытых и защищенных одеждой участков тела, глаз и временное ослепление.

В зависимости от величины светового импульса различают ожоги кожи четырех степеней. Ожог первой степени характеризуется поверхностными поражениями кожи, внешне проявляющимися в ее покраснении; ожог второй степени – образованием пузырей, наполненных жидкостью; ожог третьей степени вызывает омертвление глубоких слоев кожи; при ожоге четвертой степени обугливаются кожа, подкожная клетчатка или более глубокие ткани.

Зоны разрушений и радиоактивного поражения при ядерном взрыве.

При ядерном взрыве возникает ЧС, а на местности образуется очаг ядерного поражения (ОЯП).

Очаг ЯП – эта территория, в пределах которой в результате ядерного взрыва произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений, пожары, радиоактивное заражение.

Граница ОЯП проходит через точки на местности, где избыточное давление во фронте воздушной ударной волны составляет 10 кПа.

В зависимости от характера разрушений, объема аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) очаг ядерного поражения делится на зоны.

Характеристика зон разрушения.

Зона полных разрушений характеризуется избыточным давлением во фронте воздушной ударной волны 50 кПа и выше. В этой зоне полностью разрушаются жилые и промышленные здания и сооружения, а также противорадиационные укрытия и часть убежищ гражданской обороны (ГО), находящихся в районе эпицентра взрыва. Образуются сплошные завалы в населенных пунктах. Разрушаются или повреждаются подземные коммунально-энергетические сети. Воспламенившиеся от светового излучения горящие конструкции тушатся проходящей УВВ, разбрасываются и засыпаются обломками разрушившихся зданий, вызывая сильное задымление. Лес полностью уничтожается. Площадь зоны составляет 15 % от всей площади ОЯП.

Зона сильных разрушений характеризуется избыточным давлением во фронте УВВ от 50 до 30 кПа. В этой зоне сильно разрушаются промышленные здания и полностью – жилые здания. Убежища, противорадиационные укрытия (ПРУ) и коммунально-энергетические сети, как правило, сохра-

няются. В результате разрушения зданий образуются местные и сплошные завалы в населенных пунктах. От светового излучения возникают сплошные пожары. Площадь зоны составляет 10 % от всей площади ОЯП. Безвозвратные потери среди незащищенных людей – 90 %.

Зона средних разрушений образуется при избыточном давлении во фронте УВВ от 30 до 20 кПа. В пределах этой зоны здания и сооружения получают средние разрушения, деревянные постройки полностью разрушаются, образуются отдельные завалы в населенных пунктах, лесах и сплошные пожары. Безвозвратные потери среди незащищенных людей составляют до 20 %. Сохраняются коммунально-энергетические сети, убежища и большинство ПРУ. Площадь зоны средних разрушений составляет 15 % от всей площади ОЯП.

Зона слабых разрушений характеризуется избыточным давлением во фронте УВВ от 20 до 10 кПа. В этой зоне здания и сооружения получают слабые разрушения. Образуются отдельные пожары.

Зоны радиоактивного заражения характеризуются параметрами:

1) зона умеренного заражения (зона А) – уровень радиации на внешней границе зоны через час после взрыва составляет 8 Р/ч; доза излучения за время полного распада радиоактивных веществ в границах зоны – 40...400 Р. На долю этой зоны приходится 78 %...89 % площади всего радиоактивного следа;

2) зона сильного заражения (зона Б) – уровень радиации на внешней границе зоны через час после взрыва составляет 80 Р/ч; доза излучения за время полного распада веществ – 400...1200 Р. Эта зона занимает 10 %...12 % площади радиоактивного следа;

3) зона опасного заражения (зона В) – уровень радиации на внешней границе зоны через час после взрыва составляет 240 Р/ч; доза излучений за время полного распада веществ – 1200...4000 Р. На долю этой зоны приходится 8 %...10 % площади радиоактивного следа;

4) зона чрезвычайно опасного заражения (зона Г) – уровень радиации на внешней границе зоны через час после взрыва составляет 800 Р/ч; доза излучений на внешней границе зоны за время полного распада веществ – 40 000 Р, а в середине зоны – 10 000 Р.

Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) – химические соединения, обладающие высокой токсичностью и способные при определенных условиях (в основном при авариях на химически опасных объектах) вызывать массовые отравления людей и животных, а также заражать окружающую среду.

11.3. Устойчивость функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях

При чрезвычайных ситуациях всевозможные предприятия, попавшие в их зону, зачастую полностью или частично теряют способность производить продукцию, выполнять другие свои функции. В этом случае говорят о потере данным производственным объектом устойчивости функционирования.

Под устойчивостью функционирования промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в заданных объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях этих ситуаций, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Для объектов, не связанных с производством материальных предметов (транспорт, связь, электроэнергетика, наука, образование и т. п.), устойчивость функционирования определяется способностью объекта выполнять свои функции и восстанавливать их.

На устойчивость работы объектов в чрезвычайной ситуации влияют следующие факторы:

- надежность защиты персонала;
- способность противостоять поражающим факторам основных производственных фондов;
- технологическое оборудование, системы энергообеспечения, материально-техническое обеспечение и сбыт;
- подготовленность к ведению спасательных и других неотложных работ и работ по восстановлению производства, а также надежность и непрерывность управления.

Оценка устойчивости функционирования объекта при ЧС.

Необходимо выполнить следующие основные мероприятия:

- проанализировать принципиальную схему функционирования объекта экономики с обозначением элементов, влияющих на устойчивость его функционирования;
- оценить физическую устойчивость зданий и сооружений, надежность систем управления, технологического оборудования, технических систем электроснабжения, топливного обеспечения и т. п.;
- спрогнозировать возможные чрезвычайные ситуации на самом объекте или в зоне его размещения;
- оценить вероятные параметры поражающих факторов возможных чрезвычайных ситуаций (например, интенсивность землетрясения,

избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, плотность теплового потока, высота гидроволны прорыва и ее максимальная скорость, площадь и длительность затопления, доза радиоактивного облучения, предельно допустимая концентрация опасных химических веществ и т. п.);

- оценить параметры возможных вторичных поражающих факторов, возникающих как следствие воздействия первичных поражающих факторов на вторичные источники опасности;

- спрогнозировать зоны воздействия поражающих факторов;

- определить значение критического параметра (максимальная величина параметра поражающего фактора, при которой функционирование объекта не нарушается);

- определить значение критического радиуса (минимальное расстояние от центра формирования источника поражающих факторов, на котором функционирование объекта не нарушается);

- спрогнозировать величину сохраняющихся после той или иной чрезвычайной ситуации производственных мощностей или величину другого показателя, характеризующего сохраняющиеся возможности объекта по выполнению своего назначения.

Особенности оценки устойчивости объектов к ЧС по факторам.

К факторам, влияющим на устойчивость объектов, относятся:

1) район расположения объекта народного хозяйства.

При изучении производится анализ топографического расположения объекта, учитывающий характер застройки (структуру, плотность и тип), окружающей объект территории, наличие на этой территории опасных предприятий, дорог и т. д.

При оценке зданий и сооружений дается характеристика основным и вспомогательным зданиям, устанавливаются особенности их конструкции: этажность, длина и высота, вид каркаса, стеновое заполнение, световые проемы, кровля, перекрытия, огнестойкость;

2) планировка и застройка территории объекта.

Оценивается планировка территории объекта с целью выявить, будет ли плотность и тип застройки способствовать возникновению и распространению пожаров, образованию завалов.

Особое внимание уделяется тем участкам территории, где могут возникнуть вторичные факторы поражения в результате взрывов емкостей с легковоспламеняющимися веществами и химически опасными веществами (ХОВ);

3) системы инженерных сооружений (канализация, электро-, газо-, водоснабжение).

При оценке системы энергоснабжения определяется степень зависимости работы объекта от внешних источников энергии, устанавливается необходимый минимум потребляемой энергии и возможность обеспечить его за счет внутренних источников.

Производится оценка газоснабжения, защиты этой системы от воздействия поражающих факторов, возможностей противоаварийной автоматики, а также возможности обеспечения необходимым количеством газа в ЧС.

При рассмотрении источников воды оценивается возможность защиты их от всех видов заражения (загрязнения), а также возможность создания запасов воды для тушения пожаров;

4) технологический процесс.

Исследуется возможность быстрого перехода на выпуск новой продукции, дается характеристика станочному и технологическому оборудованию.

Определяется уникальное и особо важное оборудование, оценивается насыщенность технологического процесса аппаратурой радиоэлектроники и автоматики, контрольно-измерительными приборами.

Если на предприятии используются ХОВ, то устанавливается их предельное количество, которое нельзя превышать. При анализе технологического процесса изучается возможность безаварийной остановки производства;

5) материально-техническое снабжение.

Устанавливается зависимость производства от поставщиков, выявляются наиболее важные поставки сырья, деталей и комплектующих изделий, без которых производство не может продолжаться.

Оцениваются имеющиеся и планируемые запасы и возможные сроки продолжения работы без поставок. Рассматриваются вопросы реализации готовой продукции, а также способы ее хранения.

11.4. Эвакуация населения

При угрозе и возникновении аварий, катастроф и стихийных бедствий одной из основных мер по экстренной защите населения от поражающих факторов ЧС является его эвакуация и рассредоточение.

Эвакуация – это комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) населения, не занятого в производстве, в том числе и учащихся, из городов в загородную зону.

Загородная зона – территория, расположенная вне зон возможных разрушений, опасного радиоактивного загрязнения и химического заражения, катастрофического затопления, вне приграничных районов, заблаговременно подготовленная для жизнеобеспечения местного и эвакуируемого населения, а также размещения и хранения материальных и культурных ценностей.

Рассредоточение – организованный вывоз (вывод) рабочих и служащих объектов народного хозяйства из городов и их размещение в районах загородной зоны, ближайших к границам городов, расположенных вблизи железнодорожных, автомобильных и водных путей.

Рассредоточенные рабочие и служащие продолжают трудовую деятельность. Организованная доставка рабочих смен на предприятия в город и обратно должна производиться за время, не превышающее 4 ч. По решению начальника ГО – руководителя территориального органа власти разрешается размещать их в зоне возможных слабых разрушений.

Эвакуация часто осуществляется в комплексе с другими защитными мероприятиями: укрытием в защитных сооружениях, использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ), медпрофилактики и т. д.

Организация оповещения населения об эвакуации.

Ответственность за организацию оповещения возложена на штабы ГО, управления, отделы МЧС. Тексты сообщений населению в ЧС разрабатываются на местах и должны максимально учитывать все варианты возможной обстановки.

Сигнал оповещения – это условный сигнал, являющийся командой для осуществления определенных мероприятий штабами, войсковыми частями и невоенизированными формированиями и населением.

Основными способами оповещения населения в чрезвычайной обстановке как мирного, так и военного времени в настоящее время являются:

- передача речевой информации с использованием государственных сетей радио-, теле- и проводного вещания;
- оповещение с привлечением постов ГАИ, в том числе на машинах;
- через посыльных с громкоговорителями;
- посредством системы светофоров и ограждающих знаков.

До населения, проживающего вблизи от объекта, сообщение может доводиться также включением сирен, производственных гудков и других сигнальных средств, посредством предупредительного сигнала «Внимание всем!».

По сигналу «Внимание всем!» необходимо выполнить следующее:

- немедленно привести в готовность радиотехнические устройства (РТУ), включить сети наружной звукофиксации (где они имеются);
- включить радиоприемники (радиоточки), телевизоры и прослушать экстренное сообщение и приступить к выполнению рекомендаций штаба ГО.

Виды эвакуации населения.

В зависимости от времени и сроков проведения эвакуация может быть упреждающая (заблаговременная) или экстренная (безотлагательная).

Упреждающая эвакуация проводится при получении достоверных данных о высокой вероятности возникновения аварии на потенциально опасных объектах или стихийного бедствия. Она осуществляется по территориально-производственному признаку.

При возникновении ЧС производится экстренная эвакуация по территориальному признаку, т. е. из мест проживания или нахождения людей.

В зависимости от процесса развития ЧС и численности населения, подлежащего перемещению из опасной зоны, эвакуация может быть локальной, местной и региональной.

По объему эвакуационных мероприятий эвакуацию разделяют на общую (эвакуация всех категорий людей, за исключением граждан, подлежащих призыву на военную службу по мобилизации) и частичную (эвакуация женщин и детей, учащихся и студентов совместно с преподавателями, обслуживающим персоналом и членами их семей, пенсионеров, инвалидов и ветеранов).

При долговременном радиоактивном загрязнении и значениях плотности загрязнения выше 40 Ки/км производится плановое отселение людей.

Порядок эвакуации населения.

Планирование, непосредственную подготовку и проведение эвакуационных мероприятий осуществляют эвакуационные комиссии.

Для четкого и своевременного проведения эвакуации и рассредоточения населения в городах создаются сборные эвакуационные пункты (СЭП). Каждому пункту присваивается порядковый номер, закрепляется транспорт, находящиеся вблизи защитные сооружения. К СЭП приписываются рабочие, служащие ближайших предприятий, организаций, учебных заведений и члены их семей, а также население, проживающее в домах, расположенных в этом районе (не более 4000–5000 человек).

Население, получив извещение на эвакуацию, должно взять с собой документы и деньги, СИЗ, медицинские средства, необходимые вещи (до 50 кг) по сезону, запас продуктов на 3 сут, упакованные вещи сложить в сумку и указать на бирке адрес и фамилию владельца, выключить в квартире

газ, воду, освещение и прибыть к указанному сроку на СЭП, пройти регистрацию. Команду на эвакуацию дают штабы ГОЧС города.

Вывод населения пешим порядком организуется колоннами (500–1000 человек каждая) по дорогам, не занятым другими перевозками, или по обозначенным маршрутам и колонным путям обычно на расстоянии одного суточного перехода за 10...12 ч.

Для организованного движения пеших колонн разрабатывают схему маршрута движения, на которой указывают состав колонны, маршрут движения, исходный пункт движения и время прибытия в район постоянного размещения, сигналы управления и оповещения.

Скорость движения пеших колонн составляет 4...5 км/ч. Через каждый 1...1,5 ч движения назначается малый привал (не более 15...20 мин), а в начале второй половины суточного перехода – большой привал (1...2 ч). На малых привалах проверяется состав колонн (групп), нуждающимся оказывается медицинская помощь. На большом организовывается прием горячей пищи.

Районы малых и больших привалов назначаются с учетом защитных свойств местности.

Создание пунктов эвакуации.

За пределами зон возможных разрушений (заражения, загрязнения) в ближайших к ним населенных пунктах вблизи путей эвакуации создаются промежуточные пункты эвакуации (ППЭ). Они предназначаются для кратковременного отдыха эвакуируемого населения, его перерегистрации, проведения при необходимости дозиметрического и химического контроля, санитарной обработки одежды и обуви.

Прием и размещение прибывшего населения в загородной зоне осуществляют местные органы власти совместно со штабами ГО сельских районов. Для этого создаются эвакоприемные комиссии и приемные эвакуационные пункты (ПЭП), а в местах прибытия организуются пункты встречи.

Для защиты людей в ходе проведения эвакуационных мероприятий в районах СЭП, привалов, ППЭ оборудуются простейшие укрытия и предусматривается использование имеющихся защитных сооружений.

Простейшие укрытия.

Простейшие укрытия типа щели, траншеи, окопа, блиндажа, землянки максимально просты, возводятся с минимальными затратами времени и материалов.

Щель может быть открытой и перекрытой. Она представляет собой ров глубиной 1,8...2 м, шириной по верху – 1...1,2 м, по низу – 0,8 м. Обычно щель строится на 10–20 человек.

Перекрытие щели делают из бревен, брусьев, железобетонных плит или балок. Поверху укладывают слой мятой глины или другого гидроизоляционного материала (рубероида, толя, пергамина, мягкого железа) и все это засыпают слоем грунта 0,7...0,8 м, прикрывая затем дерном.

11.5. Укрытие населения в защитных сооружениях

В зависимости от защитных свойств защитные сооружения подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия.

К убежищам относятся сооружения, обеспечивающие защиту людей от всех поражающих факторов ядерного и нейтронного оружия, отравляющих веществ и бактериальных средств, высоких температур и вредных газов, скапливающихся в зонах пожаров.

К противорадиационным укрытиям (ПРУ) относятся сооружения, обеспечивающие защиту от проникающей радиации, попадания радиоактивных веществ в органы дыхания, а также на кожу и одежду людей капель отравляющих веществ и аэрозолей биологических средств.

Классификация коллективных убежищ для населения.

1. По защитным свойствам:

- убежища подразделяются на пять классов (А-1, А-2, А-3, А-4, А-5);
- противорадиационные укрытия на пять групп (П-1, П-2, П-3, П-4, П-5).

2. По вместимости:

- малые – до 600 человек;
- средние – от 600 до 2000 человек;
- большие – свыше 2000 человек.

3. По назначению:

- для защиты работников предприятий и населения;
- для размещения органов управления и медицинских учреждений.

Защитные сооружения медицинских учреждений предназначены для укрытия в военное время тяжело больных, которых нельзя перевезти в угрожаемый период в загородную зону.

4. По срокам строительства:

- возводимые заблаговременно – по планам мирного времени;
- быстровозводимые (БВУ), которые строятся в угрожаемый период, в первую очередь на предприятиях, продолжающих работу в военное время.

Особенности систем вентиляции убежищ.

Классификация систем вентиляции:

- I – чистая вентиляция, когда воздух очищается только противопыльными фильтрами от обычной и радиоактивной пыли;
- II – фильтровентиляция, когда воздух очищается в дополнение к противопыльным фильтрам и фильтрами-поглотителями (ФП);
- III – полная изоляция, когда воздух (кислород) вырабатывается регенеративными установками и обогащается, при необходимости, кислородом из баллонов.

Предельно допустимые нормы для микроклимата в убежищах:

- температура окружающей среды в помещении для укрываемых – не выше 34 °С;
- содержание кислорода в воздухе – не менее 14 %;
- содержание углекислого газа (СО₂) – не выше 5 %.

Организация отопления убежищ.

Отопление убежищ обычно осуществляется от общей отопительной сети. После заполнения убежища людьми отопление отключается. Рекомендуемая температура должна быть в пределах 10 °С...31 °С.

Особенности энергообеспечения убежищ.

Электроснабжение убежища предусматривается от сети города или предприятия.

Все защитные сооружения должны быть оборудованы аккумуляторами напряжением 12 В и переносными электрическими фонарями.

Для обеспечения связи со штабами гражданской обороны, пунктами управления и другими органами управления каждое убежище должно иметь телефонную связь.

Для оповещения укрываемых убежища должны быть снабжены громкоговорителями, подключенными к городской и местной радиотрансляционным сетям.

11.6. Применение населением средств индивидуальной и медицинской защиты, правила оказания первой помощи

В «Инструкции об обеспечении работников средствами индивидуальной защиты» (в редакции постановления Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь от 27 июня 2019 г. № 30) установлено: «Выдаваемые средства индивидуальной защиты должны иметь документы об оценке соответствия регламента Таможного союза «О безопасности средств индивидуальной

защиты» (ТР ТС 019/2011), ТНПА в области технического нормирования и стандартизации, предусмотренные ст.15 Закона Республики Беларусь от 24 октября 2016 г. № 437 «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия».

Основные принципы организации медицинской помощи в зонах ЧС.

Общие принципы организации медицинской помощи пострадавшим в ЧС базируются на основных положениях охраны здоровья населения и отражают особенности этого периода, заключающиеся в массовом поступлении пострадавших и резком изменении условий жизнедеятельности населения.

Организация оказания медицинской помощи пораженным при ЧС представляет собой комплекс своевременных, последовательно проводимых мероприятий по оказанию неотложной помощи в сочетании с медицинской эвакуацией в специализированные медицинские учреждения для последующего лечения.

На организацию системы медицинского обеспечения оказывают влияние следующие факторы: характер и масштабы ЧС; количество и структура санитарных потерь; санитарно-эпидемиологическая и, в целом, экологическая обстановка; степень выхода из строя медицинских сил в зоне ЧС; состояние материально-технической базы медицинской службы (МС) и др.

Оказание всех видов медицинской помощи предполагает целый ряд последовательно проводимых мероприятий организационного характера, объединенных понятием «лечебно-эвакуационное обеспечение» (ЛЭО).

При организации ЛЭО пораженных в зонах катастроф следует учитывать структуру повреждений, вызванных многофакторным воздействием (травматологическим, термическим, баротравматическим и психогенным), отсутствие условий для оказания одномоментной исчерпывающей медицинской помощи пострадавшим и необходимость осуществления их эвакуации.

Оказание медицинской помощи пострадавшим при ЧС.

Основными видами медицинской помощи в очаге или на границе очага являются первая медицинская и первая врачебная помощь.

Оказание медицинской помощи пораженным в очаге массовых потерь условно можно разделить на три фазы (периода):

- 1) фаза изоляции, длящаяся с момента возникновения катастрофы до начала организационного проведения спасательных работ;
- 2) фаза спасения, продолжающаяся от начала спасательных работ до завершения эвакуации пострадавших за пределы очага;

3) фаза восстановления, характеризующаяся проведением планового лечения пораженных (раненых) и дальнейшей медицинской реабилитацией.

В период фазы изоляции, когда лица, оказавшиеся в очаге поражения, неизбежно остаются предоставленными самим себе, особую роль приобретает первая помощь. Учитывая, что продолжительность данной фазы может быть различной (от минут до нескольких суток), в этой связи население должно быть заранее обучено элементарным правилам проведения в условиях ЧС оказания первой медицинской помощи в порядке само- и взаимопомощи.

Фаза спасения начинается с момента прибытия в очаг поражения первых медицинских сил. В этой фазе работа медиков в первую очередь должна быть направлена на проведение медицинской разведки, а также медицинских мероприятий медицинской помощи по жизненным показаниям и подготовке пораженных к эвакуации в специализированные лечебные учреждения.

Первая помощь пострадавшим при ЧС.

Первая помощь (ПП) – это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых на месте получения повреждения, преимущественно в порядке само- и взаимопомощи, а также участниками спасательных работ. Осуществляется с использованием табельных и подручных средств.

Основные цели первой медицинской помощи (ПМП):

- спасение жизни раненого;
- устранение продолжающегося воздействия поражающего фактора;
- организация быстрой эвакуации пострадавшего из зоны катастрофы.

В объем ПП входят:

- временная остановка наружного кровотечения;
- проведение простейших противошоковых мероприятий;
- прекращение воздействия поражающего фактора;
- наложение асептической повязки;
- иммобилизация при переломах костей, ожогах и обширных повреждениях мягких тканей;
- частичная санитарная обработка;
- проведение сердечно-легочной реанимации.

11.7. Организация химического контроля в зонах химического заражения

Под зоной химического заражения понимается территория или акватория, в пределах которой распространены или принесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени. Она включает территорию непосредственного разлива аварийных химических опасных веществ (АХОВ) (горения веществ, образующих АХОВ) и территорию, над которой распространилось облако зараженного воздуха с поражающими концентрациями.

Величина зоны химического заражения зависит от физико-химических свойств, токсичности, количества разлившегося (выброшенного в атмосферу) АХОВ, метеорологических условий и характера местности.

Размеры зоны химического заражения характеризуются глубиной и шириной распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями и площадью разлива (горения) АХОВ. Внутри зоны могут быть районы со смертельными концентрациями.

Основной характеристикой зоны химического заражения является глубина распространения облака зараженного воздуха. Она может колебаться от нескольких десятков метров до десятков километров. Глубина зоны химического заражения для АХОВ определяется глубиной распространения первичного и вторичного облаков зараженного воздуха и в значительной степени зависит от метеорологических условий, рельефа местности и плотности застройки объектов.

Существенное влияние на глубину зоны химического заражения оказывает степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха.

Особенности прогнозирования химического заражения при ЧС.

Обычно подлежат рассмотрению три основных типа устойчивости атмосферы:

1) неустойчивая (конвекция), когда нижний слой воздуха нагрет сильнее верхнего. Характерна для солнечной летней погоды;

2) безразличная (изотермия), когда температура воздуха на высотах до 30 м от поверхности земли почти одинакова. Характерна для переменной облачности в течение дня, облачного дня и облачной ночи, а также дождливой погоды;

3) устойчивая (инверсия), когда нижние слои воздуха холоднее верхних. Характерна для ясной ночи, морозного зимнего дня, а также для утренних и вечерних часов.

Степень вертикальной устойчивости атмосферы принято считать неизменной:

- утром и вечером – не более 3 ч;
- днем и ночью, весной и осенью, днем зимой и ночью летом – не более 6 ч;
- днем летом и ночью зимой – не более 9 ч.

Инверсия способствует распространению облака зараженного воздуха на более значительные расстояния от места разлива (горения) АХОВ, чем изотермия и конвекция. Наименьшая глубина распространения данных веществ наблюдается при конвекции.

Существенное влияние на глубину зоны химического заражения оказывает площадь разлива АХОВ. Она может колебаться от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров. Наличие земляной обваловки, поддона, железобетонной ограждающей стенки ограничивает площадь разлива АХОВ и способствует сокращению зоны зараженной атмосферы.

Очагом химического поражения принято называть территорию с находящимися на ней объектами, в пределах которой в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Такими объектами могут быть административные, промышленные, сельскохозяйственные предприятия и учреждения, жилые кварталы населенных пунктов, городов и другие объекты.

Перечень и порядок проведения мероприятий при химическом заражении на объекте:

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- соблюдение режимов поведения на территории, зараженной АХОВ, норм и правил химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, применение этих средств;
- эвакуация населения при необходимости из зоны аварии и зон возможного химического заражения;
- укрытие населения и персонала в убежищах, обеспечивающих защиту от АХОВ;
- оперативное применение антидотов и средств обработки кожных покровов;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;

– дегазация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территории, технических средств, средств защиты, одежды и другого имущества.

Виды химически опасных веществ.

Химически опасное вещество (ХОВ) – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (розливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

К чрезвычайно токсичным и высокотоксичным ХОВ относятся: органические и неорганические производные мышьяка (As), ртути (Hg), кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn), никеля (Ni), железа (Fe), синильная кислота, соединения фосфора (P), фтороорганические соединения, хлор (Cl), бром (Br).

К сильнотоксичным веществам относятся:

- минеральные и органические кислоты (серная, азотная, фосфорная, уксусная и др.);
- щелочи (натриевая известь, аммиак);
- соединения серы (сероуглерод, хлорид и фторид серы, сульфиды) и т. д.

Отравляющими веществами (ОВ) называются ХОВ, которые используются как оружие в военных целях.

Обнаружение заражения ОВ и ХОВ воздуха местности, сооружений, оборудования, транспорта и других объектов и определение степени заражения производятся с помощью приборов химической разведки или путем взятия проб с последующим анализом в химической лаборатории.

На объектах народного хозяйства в основном используют приборы химической разведки и химического контроля: войсковой прибор химической разведки (ВПХР), полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР), автоматические газосигнализаторы ГСП-11 и ГСП-12, универсальный газоанализатор УГ-2.

Приборы для химической разведки и контроля ХОВ.

Для обнаружения и идентификации ХОВ используются ионизационный, люминесцентный, химический, биохимический, термокаталический, электрохимический методы и др.

Войсковой прибор химической разведки.

Войсковой прибор химической разведки (ВПХР) предназначен для определения в воздухе, на местности и технике зарина, зомана, иприта, фосгена, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, люизита, адамсита, хлорацетофенона, а также паров VX и VZ в воздухе.

Прибор ВПХР состоит из металлического корпуса с размещенными в нем бумажными кассетами с индикаторными трубками, насосом, насадкой к насосу, полиэтиленовыми защитными колпачками, бумажно-тканевыми противодымными фильтрами, корпусом грелки со штырем, патронами для грелки, электрофонарем.

В головке насоса размещены вскрыватель для надреза индикаторных трубок, гнездо для установки индикаторных трубок. На головке имеются два глухих отверстия для обламывания концов трубок.

В рукоятке штока насоса размещен ампуловскриватель с маркированными штырями для разбивания ампул в трубках. С помощью грелки трубки подогреваются от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Полуавтоматический прибор химической разведки.

Полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР) предназначен для решения тех же задач, что и ВПХР, принцип его работы аналогичен. Отличие от ВПХР состоит в том, что воздух через индикаторные трубки прокачивается с помощью ротационного насоса, работающего от электродвигателя постоянного тока, а при низких температурах трубки подогреваются с помощью электрогрелки. Питается прибор от бортовой сети автомашин, на которых ведется химическая разведка. Кроме перечисленных индикаторных трубок, входящих в комплекты ВПХР и ППХР, существуют индикаторные трубки для определения психотропного ОВ би-зет (с одним коричневым кольцом), раздражающего ОВ си-эс (с двумя белыми кольцами и точкой). В настоящее время разработаны индикаторные плоские элементы, которые устанавливаются на воронку насадки насоса ВПХР (ППХР), через них прокачивается воздух. При появлении на индикаторном билете индикаторного плоского элемента окраски, соответствующей эталону «ОБНАРУЖЕНО», можно оценить концентрацию.

Газоанализатор УГ-2.

Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для измерения массовых концентраций вредных веществ в воздушной среде производственных помещений, промышленной зоны при аварийных ситуациях, промышленных выбросах, емкостях и каналах с помощью индикаторных трубок.

Принцип действия газоанализатора УГ-2 основан на изменении окраски слоя индикаторного порошка в индикаторной трубке после просасывания через нее воздухозаборным устройством УГ-2 воздуха рабочей зоны производственных помещений. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, градуированной в миллиграммах на кубический метр.

Диапазоны измерений газоанализатора УГ-2: от 4 до 100 мг/м (аммиак); от 100 до 2000 мг/м (ацетон); от 50 до 1000 мг/м (бензин); от 2 до 25 мг/м (бензол); от 20 до 500 мг/м (ксилол); от 1 до 250 мг/м (оксиды азота); от 10 до 250 мг/м (оксид углерода); от 5 до 120 мг/м (сернистый ангидрид); от 20 до 500 мг/м (толуол); от 100 до 1500 мг/м (углеводороды нефти); от 0,5 до 50 мг/м (хлор); от 150 до 3000 мг/м (этиловый эфир).

Основная относительная погрешность измерения концентрации вредных веществ:

- до 1 ПДК – не более ± 60 %;
- 1...2 ПДК – не более ± 35 %;
- свыше 2 ПДК – не более ± 25 %.

Вопросы для самоконтроля

1. Чрезвычайные ситуации.
2. Классификация ЧС по размерам ущерба и границам зоны.
3. Четыре стадии развития ЧС.
4. Зона разрушений объектов и очаги поражения людей.
5. Поражающие факторы чрезвычайных ситуаций.
6. Последствия воздействия ударной воздушной волны.
7. Термический поражающий фактор ЧС.
8. Зоны разрушений и радиоактивного поражения при ядерном взрыве.
9. Параметры зон радиоактивного поражения.
10. Сильнодействующие ядовитые вещества.
11. Устойчивость функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях.
12. Особенности оценки устойчивости объектов к ЧС по факторам.
13. Эвакуация населения.
14. Организация оповещения населения об эвакуации.
15. Виды эвакуации населения.
16. Порядок эвакуации населения.
17. Создание пунктов эвакуации.
18. Простейшие укрытия.
19. Укрытие населения в защитных сооружениях.
20. Классификация коллективных убежищ для населения.
21. Особенности энергообеспечения убежищ.

22. Применение населением средств индивидуальной и медицинской защиты.
23. Правила оказания первой помощи.
24. Основные принципы организации медицинской помощи в зонах ЧС.
25. Основные цели первой медицинской помощи.
26. Организация химического контроля в зонах химического заражения.
27. Особенности прогнозирования химического заражения при ЧС.
28. Перечень и порядок проведения мероприятий при химическом заражении на объекте.
29. Виды химически опасных веществ.
30. Приборы для химической разведки и контроля химически опасных веществ.

12. БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Безопасность на производстве – это оптимальный баланс состояния технологического процесса, оборудования, рабочих мест и поведения человека, ограничивающий воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов.

Уровень безопасности на производстве считается приемлемым, если обеспечено соблюдение требований нормативных актов по охране труда.

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (Закон Республики Беларусь «Об охране труда» и ст. 221 Трудового кодекса Республики Беларусь).

12.1. Система «человек – производственная среда»

Человек значительную часть своей жизни тратит на работу, которая является основным видом деятельности, поскольку связана с производством полезных продуктов как для себя, так и для общества: материальных и духовных.

Труд – это целесообразная, сознательная, организованная деятельность людей, направленная на создание материальных и духовных благ, необходимых для удовлетворения общественных и личных потребностей людей. Содержание и характер его зависят от уровня развития производительных сил и производственных отношений.

Труд как процесс представляет собой единство трех составляющих:

- 1) самого труда как целесообразной деятельности;
- 2) предмета труда (того, на что направлен труд);
- 3) орудий труда (вещи или комплекса вещей, с помощью которых человек действует на предмет труда).

Содержание труда обусловлено техникой, технологией, организацией производства и производственной средой.

Производственная среда – это среда, где человек осуществляет свою трудовую деятельность (предметы труда, орудия труда, продукты труда, условия труда).

Под термином «производственная среда» сегодня имеется в виду более широкое понятие, чем только условия труда. Основываясь на принципе

системного подхода к производству, он включает и организацию производства с различными элементами управления, среди которых одним из ведущих является совершенствование охраны труда, в том числе с использованием экономических стимулов.

Состояние охраны труда в производственной сфере Республики Беларусь.

По данным Госинспекции труда, в 2020 г. в организациях республики в результате несчастных случаев на производстве пострадало 1889 работающих (в 2019 г. – 2042), из них 139 погибло и 638 получили травмы, относящиеся к числу тяжелых (в 2019 г. – 141 и 710 соответственно).

Наибольшее количество несчастных случаев на производстве, в том числе и с тяжелыми последствиями, произошло в организациях Минской области. Несмотря на то, что в 2020 г., по сравнению с 2019 г., уровень производственного травматизма по республике снизился, в разрезе регионов рост числа гибели работающих на производстве отмечен в Брестской и Минской областях, а также в г. Минске, на предприятиях которых погибло соответственно 23, 39 и 24 работника (в 2019 г. – 14, 35 и 16 соответственно).

Увеличение числа травмированных, получивших тяжелые производственные травмы, отмечается в Брестской и Минской областях.

В 2020 г. произошло 47 групповых несчастных случаев, в результате которых пострадало 124 работника, из которых 15 человек погибло и 42 получили тяжелые производственные травмы. При этом, в сравнении с 2019 г., число смертельно травмированных снизилось в 1,2 раза, а потерпевших, получивших тяжелые производственные травмы, возросло в 1,4 раза.

Сегодня в мире ежегодно около 160 млн работающих получают травмы, а 1,2 млн человек погибают от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Несмотря на улучшение показателей, вопросы охраны труда требуют постоянного внимания как со стороны государства, так и руководства предприятиями. По экспертным оценкам, потери общества от одного несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом составляют около 75 тыс. долл. США.

Установлено, что эффективная организация условий труда с соблюдением требований охраны труда обеспечивает рост производительности от 6 % до 25 % в зависимости от отрасли народного хозяйства. Достаточное освещение рабочего места позволяет увеличить производительность труда на 6 %...13 %, а обеспечение температурного режима – повысить работоспособность человека. Установлено, что если взять ее величины

за 100 % при температуре 18 °С...20 °С, то при 30 °С она снижается до 60 %...70 %.

Трудовое законодательство Республики Беларусь.

Трудовое законодательство регулирует одну из важнейших сфер жизнедеятельности человека – сферу применения труда и выполняет в обществе две функции: производственную и защитную, способствуя тем самым правовому обеспечению развития экономики, осуществлению гарантий прав человека в сфере труда неотъемлемой и строго выполняемой частью его трудовых обязанностей.

Правовой основой организации работы по охране труда в нашей стране является Конституция Республики Беларусь (ст. 41 и 45), которой гарантируются права граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану здоровья.

Основные законодательные акты Республики Беларусь по охране труда:

- Трудовой кодекс Республики Беларусь (ТК);
- Закон Республики Беларусь «Об охране труда»;
- Закон Республики Беларусь «Об основах государственного социального страхования»;
- Закон Республики Беларусь «О пенсионном обеспечении»;
- Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения»;
- Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности»;
- Закон Республики Беларусь «О здравоохранении»;
- Закон Республики Беларусь «О сертификации продукции, работ и услуг»;
- Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» и др.

Наиболее важные изменения в новом Трудовом кодексе.

1. Введено в закон понятие «одинокий родитель». Указ Президента № 180 обязывал нанимателя продлить контракт с беременной женщиной; матерью, имеющей деток в возрасте до трех, в том числе и до пяти лет. А если вдовец остался с маленькими детьми? Почему мать одинокая имеет гарантии, а отец – нет? Несправедливость устранена. Это касается и вопроса предоставления отцу (отчиму) отпуска при рождении ребенка. Наниматель

обязан его предоставить, если отец попросил об этом в течение шести месяцев с даты рождения ребенка. Приоритет – воспитание детей.

2. Наниматель также обязан продлить контракт с лицом предпенсионного возраста не менее чем за два года до наступления права на получение пенсии. Если же истек максимальный, пятилетний, срок контракта, то должен заключить новый. Норма работает при наличии одного основания: когда работник добросовестно относится к труду.

3. В ходе подготовки предложений по изменениям было установлено то, что контракты с более чем 90 % работников заключаются на краткосрочный период: на год. Даже с самыми добросовестными. Это ненормальная ситуация: работник не видит стабильности в трудовых отношениях. Была принята поправка: «Если работник добросовестный, с ним следует продлить контракт на максимальный, пятилетний, срок. Если он истекает, новый заключается на срок до трех лет. Обязанность наступает только после того, как стороны достигли соглашения о продолжении трудовых отношений».

4. Наниматель, пока не заполнит вакансию, может предложить работнику перейти на временную работу – на срок до шести месяцев, с его согласия. При этом зарплата должна быть не меньше прежней. Данной статьей предусмотрен перевод даже к другому нанимателю на такой же период. При этом трудовые отношения с основным нанимателем и зарплата сохраняются. Такая форма уместна, например, при шефской помощи сельхозорганизациям, которая практикуется в Республике Беларусь в АПК. Прежде это было возможно только через командировку.

5. В приказе предприятия, организации или ином документе не должна стоять подпись исполняющего обязанности или временно исполняющего обязанности. Есть штатное расписание, в котором и следует прописать, кто замещает директора, если он болен или в отпуске. Подписывать документы он должен по своей должности.

6. Значимая новация касается дистанционной или удаленной работы. Такие отношения уже имеются, но при этом используются не трудовые договоры, а гражданско-правовые. Заключить договор стороны могут теперь только очно.

7. На дистанционную работу распространяются все обязательные нормы: режим работы, обеденное время, отпуск, оплата временной нетрудоспособности. Но надо понимать, что такой контракт действует только на территории Беларуси. Невозможно выполнить условия трудового договора, если человек работает за границей.

8. Переведенный работник подчиняется правилам трудового распорядка временного нанимателя, а меры дисциплинарного взыскания к нему может

применить лишь наниматель, с которым заключен основной трудовой договор. Норма, скорее всего, будет работать именно в сфере шефской помощи.

9. Изменена норма, которая касается материальной ответственности работников за причиненный нанимателю ущерб. Прежде наниматель мог переложить на работника штраф, который на него наложил контролирующий или надзорный орган. В новом кодексе конкретизировано, что является материальным ущербом. Учитывается только реальный ущерб.

10. Если вина работника установлена, у нанимателя есть три пути разрешения вопроса: добровольный, административный и судебный. Новация такова: если размер ущерба не превышает трех среднемесячных заработных плат работника, наниматель вправе его взыскать в административном порядке. Он обязан издать приказ не позднее двух недель со дня обнаружения ущерба и не ранее 10 дней с момента ознакомления с ним работника передать в бухгалтерию для взыскания.

11. Трудовой договор – это сделка, согласие двух сторон. Особенность нового кодекса: каждая страница контракта должна быть подписана обеими сторонами. Нередко бывало, что наниматель приносил в суд свой экземпляр контракта, работник – свой.

12.2. Понятия об условиях труда. Благоприятные и неблагоприятные условия труда

Труд в производственной сфере отличается величиной и структурой нагрузок, условиями производственной среды, вызывает определенное трудовое напряжение организма работника. Различия в напряженности определенных физиологических систем обусловлены различными факторами и их комбинациями. При этом принято выделять факторы тяжести труда – факторы трудового процесса и факторы условий труда.

Факторы тяжести труда определяются:

- особенностями трудового процесса;
- условиями производственной среды.

Факторы трудового процесса показывают нагрузки на мышечную и нервную системы, соотношение между динамическими и статическими нагрузками; ритм и темп, количество информации, поступающей и перерабатываемой; монотонность; рабочую позу и изменчивость работы.

Факторы условий труда включают определенную совокупность санитарно-гигиенических элементов производственной среды, которые действуют на работника во время работы, т. е. на его работоспособность.

Работоспособность – величина функциональных возможностей организма работника, характеризующая его способность выполнять максимальное количество работы на протяжении заданного времени при интенсивном или длительном напряжении организма.

Классификация факторов производственной сферы.

Согласно рекомендациям Международной организации труда (МОТ) принято выделять следующие основные группы факторов производственной среды, влияющие на работоспособность человека в процессе производства:

- физическое усилие (перемещение грузов определенного веса в рабочей зоне, а также усилия, связанные с хранением грузов, нажатием на предмет труда или рычаг управления механизмом в течение определенного времени);

- нервное напряжение (сложность расчетов, особенности требования к качеству продукции, сложность управления механизмом, аппаратом, принадлежностями, опасность для жизни и здоровья людей при выполнении работ, а также особая точность исполнения выполняемой работы);

- рабочая поза (положение тела человека и его органов в соответствии со средствами производства);

- монотонность работы (многократное повторение однообразных, кратковременных операций, действий, циклов);

- климатические условия микроклимата производственной среды (температура, влажность, тепловое излучение);

- загрязнения воздуха;

- производственный шум;

- вибрация, вращение, толчки;

- освещенность в рабочей зоне.

Указанные факторы влияют на здоровье и работоспособность человека, а также на результаты его труда в сфере производства.

Благоприятные и неблагоприятные условия труда.

Постановлением Минздрава Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 211 утвержден СанПиН «Гигиеническая классификация условий труда», в который внесены изменения и дополнения согласно постановлениям этого же министерства от 6 декабря 2013 г. № 121, от 30 июня 2014 г. № 51 и от 2 июля 2015 г. № 89.

Условия труда, исходя из гигиенических нормативов СанПиНа, подразделяются на четыре класса:

- 1) оптимальные условия труда (1 класс) характеризуются такими производственными факторами, при которых сохраняется здоровье

работников и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные условия труда устанавливаются только для параметров микроклимата и факторов трудового процесса;

2) допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими производственными факторами, уровни которых не выходят за пределы гигиенических нормативов, а возможные изменения функционального состояния организма, возникающие под их воздействием, восстанавливаются во время регламентированных перерывов или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работников и их потомство;

3) вредные условия труда (3 класс) характеризуются такими производственными факторами, уровни которых выходят за пределы гигиенических нормативов и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и (или) его потомство;

4) опасные условия труда (4 класс) характеризуются такими производственными факторами, уровни которых значительно выходят за пределы гигиенических нормативов и воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) может создать угрозу для жизни работника, высокий риск развития острых профессиональных заболеваний, в том числе и тяжелых форм. При этом работа должна проводиться в соответствующих СИЗ и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для такого вида работ и обеспечивающих безопасность для здоровья работников.

Вредные условия труда (класс 3) делятся на четыре степени вредности.

1 степень 3 класса (далее – класс 3.1) – характеризуется такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов и воздействие которых вызывает функциональные изменения в организме, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами, и увеличивает риск повреждения здоровья.

2 степень 3 класса (далее – класс 3.2) – характеризуется такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов и вызывают стойкие функциональные изменения в организме, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми заболеваниями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудо-

способности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет).

3 степень 3 класса (далее – класс 3.3) – характеризуется такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов и приводят к развитию, как правило, профессиональных заболеваний легкой и средней степеней тяжести (с утратой профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронических (производственно обусловленных) заболеваний, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

4 степень 3 класса (далее – класс 3.4) – характеризуется такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов и при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с утратой общей трудоспособности), отмечаются значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Проведение аттестации рабочих мест.

Все объекты хозяйственной деятельности независимо от формы собственности обязаны проводить не реже одного раза в пять лет аттестацию рабочих мест по условиям труда согласно ст. 17 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» и ст. 226 Трудового кодекса Республики Беларусь.

Аттестация проводится в соответствии с Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.02.2008 г. № 253 с изменениями и дополнениями согласно постановлению от 19.10.2016 г. № 839, вступившими в силу с 01.01.2017 г., а также и в соответствии с Инструкцией по оценке условий труда при аттестации рабочих мест по условиям труда и предоставлению компенсаций по ее результатам, утвержденной постановлением Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь от 22.02.2008 г. № 35 с изменениями и дополнениями от 13.01.2009 г. № 7.

Ответственность за своевременное и качественное проведение аттестации возлагается на руководителя предприятия (нанимателя). В случае несвоевременного проведения аттестации пенсия за неаттестованный период выплачивается из собственных средств нанимателя, т. к. неаттестованный и неоплаченный период не может быть зачтен в специальный стаж, необходимый для назначения пенсий в связи с особыми условиями труда.

В состав аттестационной комиссии согласно приказу по организации включаются руководители подразделений, специалисты по охране труда (ОТ), юристы, работники отдела кадров, медработники и представители профсоюзов. В приказе определяются полномочия комиссии, назначаются

председатель и лицо, ответственное за ведение и хранение документов по результатам аттестации.

При необходимости могут быть созданы аттестационные комиссии в структурных подразделениях. При этом устанавливаются сроки и график проведения работ по аттестации в организации или подразделениях.

Созданная приказом нанимателя комиссия осуществляет проведение аттестации, а контроль за ее ходом – сам руководитель или по его решению заместитель.

Цель проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.

Согласно ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» аттестация рабочих мест по условиям труда – это система учета, анализа и комплексной оценки на конкретном рабочем месте всех факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности.

В соответствии с Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 февраля 2008 г. № 253, аттестация проводится в целях:

- выявления на конкретном рабочем месте работника, занятого на нем полный рабочий день, факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности;
- разработки и реализации плана мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах с вредными и (или) опасными условиями труда;
- определения права работника на получение:
 - а) пенсии по возрасту за работу с особыми условиями труда;
 - б) права на сокращенную продолжительность рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
 - в) права на дополнительный отпуск за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
 - г) оплаты труда в повышенном размере путем установления доплат за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- определения обязанностей нанимателя в соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 января 2008 г. «О профессиональном пенсионном страховании»;
- документы по результатам аттестации, необходимые для определения права работника на пенсию по возрасту за работу с особыми условиями труда, должны храниться нанимателем в течение 75 лет.

Обязанности аттестационной комиссии.

1. Установить соответствие наименования профессий рабочих и должностей служащих Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Профессии рабочих и должности служащих» и характера фактически выполняемых работ характеристикам работ, приведенным в соответствующих выпусках Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД). При наличии имеющихся несоответствий подготавливаются предложения о внесении изменений в штатное расписание, трудовые книжки работников и другие документы в порядке, установленном законодательством.

2. Определить исполнителей для выполнения следующих мероприятий:

– измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды из числа собственных аккредитованных испытательных лабораторий (если таковые имеются в структуре организации) или привлечь на договорной основе другие аккредитованные испытательные лаборатории;

– оценки условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса из числа собственных специалистов или привлечь на договорной основе юридическое лицо (индивидуального предпринимателя), аккредитованное (аккредитованного) в соответствии с законодательством на оказание услуг в области охраны труда по проведению аттестации (далее – аккредитованное лицо);

– составления карты аттестации рабочего места по условиям труда по форме, утверждаемой Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь, из числа собственных специалистов или привлечь на договорной основе аккредитованное лицо;

– заполнения документов по результатам аттестации в электронном виде из числа соответствующих специалистов или привлечь на договорной основе аккредитованное лицо.

3. Осуществить самостоятельно или с привлечением других специалистов:

– обследование перед началом измерений исследований уровней вредных и (или) опасных факторов производственной среды и оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса рабочих мест с оформлением протокола по форме Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь;

– фотографию рабочего времени и оформление карты фотографии рабочего времени по форме, утверждаемой Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь;

– формирование перечня вредных и (или) опасных производственных факторов, подлежащих исследованию на конкретном рабочем месте, по форме, утверждаемой Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь.

4. Организовать ознакомление работников с документами по результатам аттестации. При этом не требуется аттестация всех рабочих мест предприятия, а только тех, которые предусмотрены списками № 1 и 2, что соответствует постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19 октября 2016 г. № 839 с изменениями и дополнениями в Положение о порядке аттестации, которые вступили в силу с 1 января 2017 г. При этом в перечень рабочих мест, подлежащих аттестации, включаются профессии (должности) и виды работ независимо от результатов предыдущей аттестации, которые предусмотрены:

- списками № 1 и 2;
- перечнем текстильных производств и профессий для целей профессионального пенсионного страхования работниц текстильного производства, занятых на станках и машинах;
- разделом I перечня учреждений, организаций и должностей для целей профессионального пенсионного страхования медицинских и педагогических работников;
- списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени.

По решению аттестационной комиссии для аттестации включаются другие рабочие места при занятости работников на работах с вредными и (или) опасными условиями труда или на рабочих местах с вредными и (или) опасными факторами производственной среды выше предельно допустимых концентраций, обусловленных технологическим процессом, подтвержденных протоколами.

Особенности измерения уровней вредных и опасных факторов.

1. Измерения и исследования уровней вредных и опасных факторов производственной среды для аттестации проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными в соответствии с требованиями системы аккредитации Республики Беларусь, с обязательным присутствием представителя аттестационной комиссии при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных, эффективно действующих средствах защиты и характерных производственных условиях.

2. Уровни вредных и (или) опасных факторов производственной среды определяются на основании измерений и исследований, выполненных в течение года.

3. Измерения и исследования уровней вредных и (или) опасных факторов производственной среды на однотипных рабочих местах в ходе аттестации могут осуществляться выборочно, если рабочие места характеризуются совокупностью следующих признаков:

- профессии или должности одного наименования;
- выполнение одних и тех же профессиональных обязанностей при ведении однотипного технологического процесса в одинаковом режиме работы;
- использование однотипного оборудования, инструментов, приспособлений, материалов и сырья.

4. При этом выборочному обследованию подлежит не менее 20 % таких рабочих мест. Аттестационная комиссия обосновывает, какие рабочие места характеризуются совокупностью вышеуказанных признаков, и составляет их перечень.

5. На основании полученных величин факторов производственной среды определяется их средняя величина, которая используется для оценки условий труда при аттестации с учетом фактической занятости работника на конкретном рабочем месте.

6. Фотография рабочего времени – это последовательное фиксирование времени, затрачиваемого работником в течение рабочего дня (смены) на выполнение определенных технологическим процессом операций и перерывы в работе.

12.3. Понятие риска. Оценка рисков

Риск – это, согласно СТБ 18001–2009, сочетание вероятности возникновения опасного события или воздействия(й) и тяжести травмы или профессионального заболевания, причиной которого может быть это событие или воздействие(я). В качестве рисков рассматриваются все нарушения работающими требований охраны труда, а также те ситуации, которые не привели, но могли привести к аварии, инциденту, несчастному случаю на производстве.

Идентификацию производственных опасностей и вредностей и их классификацию следует производить по ТКП 057–2007 *Система управления охраной труда. Воздействующие факторы технологических процессов и методы предупреждения отрицательных последствий* и ГОСТ 12.0.003 *Опасные и вредные производственные факторы. Классификация*.

Риски могут быть классифицированы и объединены по причинам возникновения, по механизму возникновения и по внешним проявлениям.

Риски подразделяются на следующие категории:

- базовый – неотъемлемый риск, присущий любой деятельности или ситуации и не учитывающий существующее управление риском;
- остаточный – учитывает уровень риска деятельности и ситуации, находящейся под контролем организации. Риск данной категории применяется для измерения степени управления видов деятельности или ситуаций;
- приемлемый (допустимый) – риск, сниженный до уровня, который организация может допустить с учетом законодательных и иных обязательных требований и собственной политики в области охраны труда. Приемлемым уровнем риска можно считать вероятность нежелательного события в год (уровень риска поражения природными факторами, к которым человек исторически приспособлен).

При анализе состояния охраны труда на производстве можно пользоваться также понятиями индивидуального, социального и технического рисков.

Оценка рисков.

При оценке величины риска определяются значения вероятности, длительности воздействия и его последствий.

Методика формирования системы оценки степени риска утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 января 2018 г. № 43. Для Департамента государственной инспекции труда Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь критерии системы оценки рисков были утверждены приказом этого министерства от 16 февраля 2018 г.

В методике используются термины, установленные Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 г. № 510:

- индикатор высокой степени риска – риска, превышение которого свидетельствует о высокой степени риска нарушения субъектом законодательства;
- критерии оценки степени риска – совокупность признаков, свидетельствующих о возможности нарушения субъектом законодательства;
- риск – возможность нарушения субъектом законодательства об охране труда;
- система оценки степени риска – проводимый контролирующим (надзорным) органом комплекс мероприятий в целях определения степени риска для выявления субъектов с высокой степенью риска и отбора субъектов для включения в планы выборочных проверок.

Система оценки степени риска включает следующие этапы:

- выявление риска;

- определение субъектов с риском;
- определение и согласование с Межведомственным советом по контрольной (надзорной) деятельности критериев оценки степени риска;
- оценка степени риска;
- определение субъектов с высокой степенью риска;
- определение необходимости проведения выборочных проверок.

Методика оценки рисков.

Риск гибели или травмирования человека можно количественно оценить отношением статистических данных о количестве несчастных случаев к среднесписочной численности работающих.

Оценка риска предусматривает две стадии:

- 1) анализ риска, заключающийся в оценке его величины и оценивании риска с точки зрения принятия решения о его допустимости;
- 2) анализ путей его снижения.

Приказом Минздрава Республики Беларусь от 20 февраля 2018 г. № 155 «Об утверждении критериев оценки риска в целях отбора проверяемых субъектов для проведения выборочных проверок» разработаны приложения для оценки критериев риска на основе подсчета баллов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения для видов деятельности: водоснабжения, объектов водоснабжения, производства пищевой продукции, общественного питания, образования и воспитания, дошкольного образования, сельского хозяйства, условий труда, медицинской помощи, а также соблюдения требований регламента Таможенного союза, Евразийского экономического союза по обращению пищевой продукции.

12.4. Основные причины несчастных случаев на производстве

Основными причинами несчастных случаев с тяжелыми последствиями, по данным Госинспекции труда, были следующие:

- невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 17,0 % от общего числа причин;
- нарушение потерпевшими трудовой и производственной дисциплины, требований нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда – 16,5 %;
- личная неосторожность потерпевших – 9,6 %;
- нарушение требований по охране труда другими работниками – 6,4 %;

- допуск потерпевшего к работе без обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда – 6,2 %;
- допуск потерпевшего к работе без проведения стажировки по вопросам охраны труда и (или) инструктажа – 3,9 %;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест – 3,7 %;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств – 3,0 %;
- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента – 3,0 %;
- неприменение потерпевшим выданных ему средств индивидуальной защиты – 2,7 %;
- необеспечение потерпевшего средствами индивидуальной защиты – 2,5 %;
- отсутствие или некачественная разработка инструкций по охране труда – 2,2 %.

12.5. Расследование, учет, анализ несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве

Несчастный случай (по СТБ 18001–2009) – событие, в результате которого работающий получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им трудовых обязанностей как на территории работодателя, так и в ином месте, где работающий находился в связи с работой или совершал действия в интересах работодателя, либо во время следования на транспорте, предоставленном работодателем, к месту работы или с работы, и которое повлекло необходимость перевода работающего на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть. Принято выделять следующие виды профтравматизма и профзаболеваний.

Травма – это нарушение анатомической целостности, а также функций тканей или органов человека под внешним воздействием каких-то факторов.

Острое профессиональное заболевание (отравление) – это заболевание, полученное под воздействием вредного производственного фактора (факторов) в процессе трудовой деятельности в течение не более трех рабочих смен (дней).

Хроническое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работающего вредного производственного фактора, повлекшего временную утрату профессиональной трудоспособности.

Трудовое увечье – вред (утрата профессиональной трудоспособности либо смерть), причиненный жизни или здоровью гражданина в результате несчастного случая на производстве.

Классификация несчастных случаев по признакам.

По количеству потерпевших работников несчастные случаи подразделяются на :

- групповые, происшедшие с двумя и более работающими, независимо от тяжести последствий;
- одиночные.

По характеру исхода несчастные случаи бывают:

- со смертельным исходом;
- с тяжелым исходом;
- с инвалидным исходом;
- без тяжелых последствий;
- микротравмы.

По степени тяжести производственные травмы делятся на:

- легкие (уколы, царапины, ссадины и др.);
- тяжелые (переломы костей, сотрясение мозга и др.). Тяжесть травм определяется лечебно-профилактическими учреждениями по утвержденной Минздравом Республики Беларусь схеме и критериям.

По характеру воздействия внешней среды на человека производственные травмы делятся на :

- механические (ушибы, растяжения, переломы, раны и т. д.);
- тепловые (ожоги, обморожения, тепловые удары и т. д.);
- химические (химические ожоги, острое отравление, удушье и др.);
- электрические (металлизация кожи, электроофтальмия и пр.);
- комбинированные.

Классификация несчастных случаев по месту происшествия.

К несчастным случаям на производстве, которые подлежат расследованию, относятся травмы, в том числе ожоги, тепловые удары, обморожения, утопления, отравления, поражения электрическим током, молнией, излучением, телесные повреждения, причиненные другими лицами, а также полученные в результате воздействия животных и насекомых, взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий

и других чрезвычайных ситуаций и повлекшие временную не менее одного дня утрату трудоспособности или трудовое увечье.

Несчастные случаи, связанные с работой вне производства, – это такие несчастные случаи, которые произошли при выполнении государственных обязанностей, заданий органов государственной власти и управления, гражданского долга, донорских функций, при охране государственной, коллективной и личной собственности.

Несчастный случай в быту (бытовой) – это несчастный случай, происшедший с человеком в свободное от работы время при выполнении работ в домашней обстановке, на даче и при других аналогичных обстоятельствах.

Организация расследования несчастного случая.

Организация расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, разработка и реализация мероприятий по их профилактике возлагаются на работодателя и осуществляются в соответствии с Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также изменениями и дополнениями к этим Правилам, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2004 г. № 30 в редакции от 29 августа 2019 г. № 575.

По результатам расследований должны быть подготовлены документы, составленные согласно «Инструкции о порядке заполнения, ведения и хранения документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», утвержденные постановлением Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь и Минздрава Республики Беларусь от 14 августа 2015 г. № 51/94 в редакции от 06 марта 2018 г. № 28/22.

Расследование несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками проводится в соответствии с Инструкцией о расследовании и учете несчастных случаев с обучающимися и воспитанниками, утвержденной Минобразования Республики Беларусь от 07 августа 2003 г. № 58.

Расследование несчастного случая на производстве должно быть проведено в течение трех дней. При этом участие руководителя, на которого возложены обязанности по ОТ, не допускается.

О каждом несчастном случае на производстве потерпевший (при возможности) или другие работники немедленно сообщают должностному лицу организации, нанимателя, страхователя.

Обязанности должностных лиц – участников расследования.

Должностное лицо организации обязано:

- при необходимости немедленно организовать оказание первой помощи потерпевшему, вызов медицинских работников на место происшествия (доставку потерпевшего в организацию здравоохранения);
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- обеспечить до начала расследования несчастного случая сохранение обстановки на месте его происшествия, а если это невозможно – фиксирование обстановки путем составления схемы, протокола, фотографирования или иным методом.

Наниматель и страхователь, получив сообщение о несчастном случае на производстве, должны предпринять следующие действия:

- принять меры по устранению причин несчастного случая;
- в течение одного дня сообщить о несчастном случае страховщику, нанимателю потерпевшего при несчастном случае с работником другого нанимателя) и направить в организацию здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего;
- проинформировать о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюзный или иной представительный орган работников предприятия согласно коллективному договору;
- обеспечить расследование несчастного случая на производстве в соответствии с действующими Правилами.

Организации здравоохранения информируют в течение одного дня нанимателей, страхователей, страховщика и ежемесячно письменно соответствующие структурные подразделения Департамента государственной инспекции труда Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь (далее – Департамент государственной инспекции труда) о лицах, которым была оказана медицинская помощь в связи с травмами на производстве.

Особенности расследования групповых несчастных случаев на производстве.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом, а также о несчастном случае, который явно относится в соответствии со схемой определения тяжести производственных травм к категории несчастных случаев с тяжелым исходом, организация, работодатель и страхователь немедленно сообщают в следующие инстанции и ведомства:

- в территориальную прокуратуру по месту, где произошел несчастный случай;

- в территориальное структурное подразделение Департамента государственной инспекции труда;
- профсоюзу (иной представительный орган работников), а при его отсутствии – в областное (Минское городское) объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси;
- в вышестоящую организацию, а при ее отсутствии – в местный исполнительный и распорядительный орган, где зарегистрированы работодатель, страхователь, работодателю потерпевшего (при несчастном случае с работником другой организации);
- в территориальный орган государственного специализированного надзора и контроля, если несчастный случай произошел на поднадзорном ему объекте;
- страховщику.

Участники расследования несчастного случая.

Расследование несчастного случая на производстве (кроме группового, со смертельным или тяжелым исходом) проводится уполномоченными должностными лицами организации, нанимателя и страхователя с участием уполномоченного представителя профсоюза или иного представительного органа организации работников, специалиста по охране труда.

При необходимости для участия в расследовании могут привлекаться соответствующие специалисты иных организаций.

Страховщик и потерпевший, а также их уполномоченные представители имеют право принимать участие в расследовании несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, знакомиться с документами расследования несчастного случая, профессионального заболевания, получать их копии.

Расследование несчастного случая на производстве должно быть проведено в срок не более трех рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, получения заключений правоохранительных органов, организаций здравоохранения и других органов и организаций.

По результатам расследования принимается решение о составлении актов типа Н-1 для несчастных случаев на производстве или НП для непроизводственных несчастных случаев.

Решение об оформлении актом формы НП несчастных случаев, обусловленных исключительно заболеванием потерпевшего, принимается, если в результате расследования не будут выявлены организационные, технические, санитарно-гигиенические и другие причины соответствующими органами в ходе расследования судом, правоохранительными органами.

Лица, принимавшие участие в расследовании несчастных случаев на производстве, при несогласии с результатами расследования имеют право излагать особое мнение, которое прилагается к документам расследования.

Порядок расследования несчастного случая на производстве.

1. Проводится обследование состояния условий и охраны труда на месте происшествия несчастного случая.

2. При необходимости организуется фотографирование места происшествия несчастного случая, поврежденного объекта, составление схем, эскизов, проведение технических расчетов, лабораторных исследований, испытаний, экспертиз и других мероприятий.

3. Берутся объяснения, опрашиваются потерпевшие (при возможности), свидетели, должностные и иные лица.

4. Изучаются необходимые документы.

5. Устанавливаются обстоятельства, причины несчастного случая, лица, допустившие нарушения актов законодательства о труде и об охране труда, технических НПА, локальных нормативных правовых актов, разрабатываются мероприятия по устранению причин несчастного случая и предупреждению подобных происшествий.

6. После завершения расследования уполномоченное должностное лицо организации с участием вышеуказанных лиц оформляет акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 (далее – акт формы Н-1) в четырех экземплярах.

Если грубая неосторожность потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то при расследовании несчастного случая на производстве указывается в акте о несчастном случае на производстве степень вины потерпевшего в процентах на основании протокола об определении степени вины потерпевшего от несчастного случая на производстве, подписанного уполномоченным должностным лицом организации и представителем профсоюза.

В соответствии с «Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», утвержденными постановлением Совмина Республики Беларусь от 15 января 2004 г. № 30 (в редакции от 13 апреля 2018 г. № 286), специальному расследованию подлежат следующие случаи:

- групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя и более лицами, независимо от тяжести полученных травм;
- несчастные случаи со смертельным исходом;
- несчастные случаи с тяжелым исходом.

Согласно Правилам территориальное структурное подразделение Департамента государственной инспекции труда после получения сообщения о несчастном случае на производстве, подлежащем специальному расследованию, немедленно направляет своих представителей по месту его происшествия.

Тяжесть производственных травм определяется организациями Минздрава Республики Беларусь по «Правилам определения тяжести производственных травм», утвержденным постановлением Минздрава Республики Беларусь от 23 января 2015 г. № 9.

Потерпевший (лицо, представляющее его интересы), наниматель, страхователь имеют право обжаловать заключение о тяжести производственной травмы в вышестоящих организациях здравоохранения: главных управлениях (управлениях) областных (Минского городского) исполнительных комитетов, в структурных подразделениях Минздрава Республики Беларусь, а после этого – в суде.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом организация, наниматель, страхователь немедленно сообщают тем же лицам, что при отдельном несчастном случае.

О несчастных случаях с тяжелым исходом организация, наниматель, страхователь информируют вышеуказанные органы и организации после получения заключения организации здравоохранения о тяжести травмы потерпевшего.

Специальное расследование со смертью двух-четырех человек проводится государственным инспектором труда области или г. Минска, а более пяти человек – Главным государственным инспектором труда Республики Беларусь.

Порядок проведения специального расследования.

Специальное расследование несчастного случая, происшедшего на объекте, поднадзорном уполномоченному органу надзора, проводится государственным инспектором труда с участием уполномоченных представителей предприятия, страхователя, профсоюзов, вышестоящей организации на основании предоставляемого представителем этого органа по запросу Департамента государственной инспекции труда акта (заключения) о технических причинах несчастного случая, лицах, допустивших нарушения требований ТНПА, обязательных для применения, ЛПА, о мерах по предупреждению аналогичных несчастных случаев.

В проведении специального расследования имеют право принимать участие страховщик и потерпевший или лица, представляющие его интересы.

Неучастие или несвоевременное участие не является основанием для изменения сроков расследования.

При необходимости к проведению специального расследования привлекается представитель иного уполномоченного органа надзора по согласованию между Главным государственным инспектором труда Республики Беларусь (лицом, исполняющим его обязанности) и руководителем (заместителем руководителя) данного уполномоченного органа надзора.

Специальное расследование несчастного случая проводится (исключая оформление и рассылку документов) в течение 15 рабочих дней со дня получения сообщения о несчастном случае на производстве. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, технических расчетов, лабораторных исследований, испытаний, получения заключений правоохранительных органов, уполномоченных органов надзора, организаций здравоохранения и других органов и организаций.

Главным государственным инспектором труда области и г. Минска (лицом, исполняющим его обязанности) срок проведения специального расследования может быть однократно продлен не более чем на 15 рабочих дней.

Главный государственный инспектор труда Республики Беларусь (лицо, исполняющее его обязанности) может устанавливать более длительные сроки проведения специального расследования.

Государственный инспектор труда имеет право в ходе специального расследования опрашивать без свидетелей потерпевшего, должностных лиц и других работников, обращаться за сведениями к иным лицам и организациям, получать документы, необходимые для установления обстоятельств и причин несчастного случая. При необходимости к проведению специального расследования может быть привлечен эксперт и (или) специалист, обладающий специальными знаниями в соответствующей сфере деятельности.

Уполномоченные представители организации, страхователя (страхователь – физическое лицо), страховщика, профсоюза, вышестоящей организации (местного исполнительного и распорядительного органа), представитель уполномоченного органа надзора участвуют в расследовании несчастного случая, в том числе в осмотре места происшествия несчастного случая на производстве, опросе, при возможности, потерпевшего (потерпевших), свидетелей, должностных лиц, изучают необходимые документы, могут заявлять ходатайства, излагать свое мнение об обстоятельствах, о причинах несчастного случая, лицах, допустивших нарушения актов законодательства, ТНПА, обязательных для применения,

ЛПА, о мерах по предупреждению аналогичных несчастных случаев, вносить другие предложения.

По результатам специального расследования государственным инспектором труда составляется и подписывается заключение. Дата подписания заключения является датой окончания проведения специального расследования.

Лица, принимавшие участие в расследовании, удостоверяют свое участие в расследовании подписями на заключении, при несогласии с заключением – в течение двух рабочих дней после ознакомления с ним излагают особое мнение, которое прилагается к документам специального расследования. В случае отказа данных лиц от подписания заключения государственным инспектором труда, проводившим специальное расследование, в этом заключении делается соответствующая запись.

В соответствии с решением государственного инспектора по труду и с заключением организация, страхователь в течение двух рабочих дней со дня получения заключения составляют акт формы Н-1 или акт формы НП на каждого потерпевшего и утверждают его, организуют формирование и тиражирование документов специального расследования по перечню, составленному государственным инспектором труда, проводившим специальное расследование, в необходимом количестве экземпляров. На последней странице акта формы Н-1 или акта формы НП производится заверенная уполномоченным должностным лицом организации, страхователя (страхователем – физическим лицом) запись: «Составлен в соответствии с заключением ...».

Государственный инспектор труда в течение двух рабочих дней после получения от организации, страхователя сформированных и растиражированных документов специального расследования направляет документы специального расследования в районный (межрайонный), городской, районный в городе отдел Следственного комитета по месту происшествия несчастного случая, соответствующие вышестоящие структурные подразделения Департамента государственной инспекции труда, страхователю, страховщику, в профсоюз и копии заключения – в республиканский орган государственного управления, подчиненный Совмину Республики Беларусь местный исполнительный орган, а также в организации, представители которых принимали участие в расследовании.

Меры, принимаемые после окончания расследования несчастного случая.

Наниматель, страхователь в течение двух дней по окончании расследования обязаны выполнить следующие действия:

– рассмотреть материалы расследования, утвердить акт формы Н-1 или акт формы НП и зарегистрировать его соответственно в журнале регистрации несчастных случаев на производстве или в журнале регистрации непроизводственных несчастных случаев;

– направить по одному экземпляру акта формы Н-1 или акта формы НП потерпевшему или лицу, представляющему его интересы, государственному инспектору труда, специалисту по охране труда;

– направить один экземпляр акта формы Н-1 с материалами расследования страховщику;

– направить копии акта формы Н-1 или акта формы НП руководителю подразделения, где работает (работал) потерпевший, в профсоюз (иной представительный орган работников), орган государственного специализированного надзора и контроля, если случай произошел на поднадзорном ему объекте, в вышестоящую организацию (по ее требованию), в местный исполнительный и распорядительный орган.

Страхователь в течение пяти дней ознакомливает с актом формы Н-1 лиц, допустивших нарушения актов законодательства, технических нормативных правовых документов, обязательных для применения, локальных нормативных правовых актов, приведших к несчастному случаю, в том числе если они не являются работающими у страхователя.

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

Травма, полученная лицом и не вызвавшая у него потери трудоспособности, регистрируется в журнале микротравм.

Порядок расследования профессионального заболевания.

О каждом выявленном или предполагаемом случае острого профессионального заболевания организация здравоохранения в течение 12 ч направляет по установленной форме извещение об остром профессиональном заболевании (далее – извещение) нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтрольны наниматель, страхователь. В случаях острых профессиональных заболеваний при одновременном профессиональном заболевании двух и более работников извещение составляется на каждого заболевшего.

Организация здравоохранения в случае изменения или уточнения диагноза составляет повторное извещение, в котором указывается измененный (уточненный) диагноз, дата его установления, первоначальный диагноз, и направляет его в течение 24 ч нанимателю, страхователю и в территориальный центр гигиены и эпидемиологии.

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.

Для расследования профзаболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда.

Наниматель, страхователь немедленно информируют о случае профессионального заболевания организацию здравоохранения, обслуживающую данных 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 информируют также территориальную прокуратуру, территориальное структурное подразделение Департамента государственной инспекции труда. Территориальный центр гигиены и эпидемиологии (ТЦГЭ) представляет внеочередное донесение о таких случаях профессиональных заболеваний в Министерство здравоохранения.

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. Расследование профзаболевания проводится врачом-гигиенистом ТЦГЭ с участием уполномоченного лица от работодателя, страхователя, профсоюза, а также страховщика, потерпевшего лица или уполномоченного им представителя.

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

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

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 санитарным врачом города (района).

Утвержденные акты формы ПЗ-1 регистрируются территориальным центром гигиены 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 эпидемиологии также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации нанимателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии.

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

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

12.6. Понятие о правовой основе охраны труда. Правовые нормы – законы и подзаконные акты в области охраны труда

Работодатели и работающие, виновные в нарушении законодательства об охране труда, несут ответственность в соответствии с законодательством (ст. 44 Закона об охране труда).

К ответственности, согласно действующему законодательству, могут быть привлечены должностные лица, виновные в нарушении законодательства и правил по охране труда по невыполнению обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда или воспрепятствовании деятельности профсоюзов по защите интересов работающих на конкретном предприятии.

Правовые нормы – законы и подзаконные акты в области охраны труда.

1. Конституция Республики Беларусь – основной закон, имеющий высшую юридическую силу и закрепляющий основополагающие принципы и нормы правового регулирования важнейших общественных отношений.

2. Решение референдума – НПА, направленный на урегулирование важнейших вопросов государственной и общественной жизни, принятый республиканским или местным референдумом.

3. Программный закон (Программа) – закон, принимаемый в установленном Конституцией Республики Беларусь порядке и по определенным ею вопросам.

4. Кодекс Республики Беларусь – закон, обеспечивающий полное системное регулирование определенной области общественных отношений.

5. Закон Республики Беларусь – НПА, закрепляющий принципы и нормы регулирования наиболее важных общественных отношений.

6. Декрет Президента Республики Беларусь – НПА Главы государства, имеющий силу закона, издаваемого в соответствии с Конституцией на основании делегируемых ему Парламентом законодательных полномочий либо в случае особой необходимости (временный декрет) для регулирования важных общественных отношений.

7. Указ Президента Республики Беларусь – НПА Главы государства, издаваемый в целях реализации его полномочий и устанавливающий определенные правовые нормы.

8. Постановления палат Национального собрания Республики Беларусь – НПА, принимаемые в случаях, предусмотренных Конституцией Республики Беларусь.

9. Постановления Совета Министров Республики Беларусь – НПА Правительства.

10. Акты Конституционного Суда, Верховного Суда, Высшего Хозяйственного Суда, Генерального прокурора и других государственных органов управления (постановления) – НПА, принимаемые в пределах их компетенции.

Особенности применения нормативного правового акта в Республике Беларусь.

НПА вышестоящего государственного органа (должностного лица) имеет большую юридическую силу по отношению к НПА нижестоящего государственного органа (должностного лица).

Новый НПА имеет большую юридическую силу по отношению к ранее принятому (изданному) по тому же вопросу НПА того же государственного органа (должностного лица).

Конституция Республики Беларусь обладает высшей юридической силой. Законы, декреты, указы и иные акты государственных органов (должностных лиц) принимаются (издаются) на основе и в соответствии с Конституцией Республики Беларусь.

При расхождении закона, декрета, указа или иного НПА с Конституцией Республики Беларусь действует Конституция.

Правовой основой организации работ в нашей стране по ОТ является Конституция Республики Беларусь, которая гарантирует право гражданина на здоровье и безопасные условия труда, охрану его здоровья.

Трудовой кодекс (ТК) является основополагающим законодательным актом, определяющим и регулирующим правовые отношения в сферах труда и охраны труда.

Практическую правовую базу по ОТ составляют Законы Республики Беларусь: «Об охране труда», «Об основах государственного социального страхования», «О пенсионном обеспечении», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О пожарной безопасности», «О здравоохранении», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и т. д.

Локальные нормативные правовые акты предприятия (организации) по охране труда.

Локальные НПА представляют собой внутренние документы, регулирующие производственные отношения и производственную деятельность конкретных предприятий (например, коллективные договоры, правила внутреннего трудового распорядка, стандарты предприятий, инструкции по охране труда, технологические регламенты и карты и т. д.).

Принимаемые документы должны соответствовать «Инструкции о порядке планирования и разработки мероприятий по ОТ», утвержденной постановлением Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь от 28 ноября 2013 г. № 11.

Важнейшими локальными нормативными правовыми актами для предприятий и организаций являются инструкции по охране труда, требования которых направлены на безопасное выполнение соответствующих работ.

Постановлением Минтруда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 176 утверждена Инструкция о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг).

Инструкции на предприятии или в организации подготавливаются на основе стандартов безопасности труда, правил и норм безопасности и гигиены труда, соответствующих типовых отраслевых и межотраслевых инструкций, требований безопасности, приведенных в эксплуатационной и ремонтной документации заводов-изготовителей оборудования, а также на основе технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства.

Требования инструкций являются обязательными для работающих, а их невыполнение рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Работодатель обязан обеспечить всех работающих инструкциями по охране труда и организовывать изучение их до начала выполнения обязанностей.

Трудовой договор – основной документ по ответственности за нарушения охраны труда.

Трудовые отношения между работником и нанимателем в Республике Беларусь основываются на трудовом договоре.

Трудовой договор – соглашение между работником и нанимателем, в соответствии с которым работник обязуется выполнять работу по определенной одной или нескольким профессиям, специальностям или должностям соответствующей квалификации согласно штатному расписанию и соблюдать внутренний трудовой распорядок, а наниматель обязуется предоставлять работнику обусловленную трудовым договором работу, обеспечивать условия труда, предусмотренные законодательством о труде, локальными нормативными правовыми актами и соглашением сторон, своевременно выплачивать работнику заработную плату.

Трудовые и связанные с ними отношения, основанные на членстве (участии) в организациях любых организационно-правовых форм, регулируются Трудовым кодексом Республики Беларусь и иным законодательством о труде. Иное (за исключением норм, ухудшающих положение членов (участников) организаций по сравнению с законодательством о труде) может устанавливаться в учредительных документах и локальных нормативных правовых актах этих организаций.

Трудовой кодекс Республики Беларусь (ст. 4) регулирует трудовые отношения, основанные на трудовом договоре, а также отношения, связанные со следующими направлениями деятельности:

- профессиональной подготовкой работников на производстве;
- деятельностью профсоюзов и объединений нанимателей;
- ведением коллективных переговоров;

- взаимоотношениями между работниками (их представителями) и нанимателями;
- обеспечением занятости;
- контролем и надзором за соблюдением законодательства о труде;
- государственным социальным страхованием;
- рассмотрением трудовых споров.

Ответственность за нарушения законодательства по охране труда.

Ответственность может быть дисциплинарной, административной, материальной и уголовной.

Работники отдельных отраслей промышленности за нарушения требований ОТ несут ответственность в соответствии с уставами (положениями) о дисциплине предприятий и организаций. Кроме того, к ним могут быть применимы нормы статей Уголовного и Трудового кодексов Республики Беларусь.

В соответствии со ст. 198 ТК за нарушения трудовой дисциплины, в том числе норм по охране труда, наниматель может применять следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор и увольнение. Право выбора меры дисциплинарного взыскания принадлежит нанимателю (ст. 201 ТК).

Административная ответственность нанимателей и работников установлена Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (КоАП), а порядок привлечения к ней – Процессуально-исполнительным кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (ПИКоАП) от 01 марта 2007 г.

Согласно ст. 400 ТК работник за причинение ущерба в результате нарушений охраны труда и техники безопасности может быть привлечен к материальной ответственности независимо от привлечения его к дисциплинарной или уголовной ответственности за ущерб, причиненный нанимателю виновными действиями или бездействиями при исполнении трудовых обязанностей. Работники отдельных отраслей промышленности за нарушения требований ОТ несут ответственность в соответствии с уставами (положениями) о дисциплине предприятий и организаций.

Если в нарушениях законодательства о труде и правил по ОТ имеются признаки состава преступления, виновный, независимо от того, наложено ли на него дисциплинарное взыскание, может быть привлечен к уголовной ответственности.

Согласно п. 3.3 Декрета Президента Республики Беларусь от 15 декабря 2014 г. № 5 «Об усилении требований к руководящим кадрам и работникам организаций» в качестве меры дисциплинарного взыскания

установлено лишение полностью или частично дополнительных выплат стимулирующего характера на срок до 12 месяцев.

Полное или частичное лишение премий не является мерой дисциплинарной ответственности и может применяться одновременно с привлечением к той или иной ответственности. Виды и порядок применения этих мер определяются правилами внутреннего распорядка, коллективным договором, соглашением с профсоюзами и другими ЛПА.

12.7. Надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства, норм и правил по охране труда

Государственное управление охраной труда осуществляется Советом Министров Республики Беларусь через Минтруда и соцзащиты Республики Беларусь.

Общий надзор и контроль за соблюдением законодательства, в том числе и законодательства по охране труда, осуществляется Генеральным прокурором Республики Беларусь и подчиненными ему прокуратурами, а также исполнительными органами власти на местах.

Государственная экспертиза условий труда контролирует правильность применения Списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию за работу с особыми условиями труда, установления доплат за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, а также качество проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.

Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 г. № 510 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 16 октября 2017 г. № 376) «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» определен перечень контролирующих (надзорных) органов с указанием сфер их контрольной (надзорной) деятельности.

В сфере безопасности, охраны труда контролирующими (надзорными) органами, уполномоченными проводить проверки, являются следующие.

1. Департамент государственной инспекции труда и его территориальные подразделения – осуществляет надзор за соблюдением законодательства о труде и об охране труда.

2. Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности, областные, Минское городское управления Департамента – осуществляют государственный надзор за организацией работ в отношении опасных производственных объектов при осуществлении деятельности в

области промышленной безопасности, государственный надзор за организацией работ по обеспечению безопасной перевозки опасных грузов.

3. Органы государственного пожарного надзора – осуществляют государственный пожарный надзор, надзор за соблюдением законодательства при осуществлении деятельности по обеспечению пожарной безопасности.

4. Органы государственного санитарного надзора – государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. Минский городской, городские, районные, зональные и районные в городах центры гигиены и эпидемиологии – осуществляют государственный санитарный надзор за соблюдением проверяемыми субъектами законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

5. Областные (по Минской области и г. Минску) инспекции государственного надзора за соблюдением требований технических регламентов и стандартов и государственного метрологического надзора – осуществляют надзор за соблюдением обязательных для соблюдения требований технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации.

6. Структурные подразделения областных, городских (кроме городов районного подчинения), районных исполнительных комитетов, местные администрации – осуществляют надзор за соблюдением законодательства о труде и пенсионном обеспечении по вопросам предоставления компенсаций работникам за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.

7. Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций – осуществляет контроль за безопасностью транспортной деятельности, авиационной безопасностью и безопасностью полетов.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза, Евразийского экономического союза осуществляют государственные органы управления на республиканском и местном уровне.

Общественный контроль за охраной труда.

Согласно ст. 42 Закона Республики Беларусь «Об охране труда» общественный контроль за соблюдением законодательства об охране труда в порядке, установленном законодательством, осуществляют профсоюзы через их технических инспекторов труда, общественных инспекторов по охране труда, других уполномоченных представителей профсоюзов.

Права и порядок контроля инспекторами в области ОТ установлены Указом Президента Республики Беларусь от 6 мая 2010 г. № 240 «Об осуществлении общественного контроля профессиональными союзами».

Профсоюзам предоставлено право на осуществление общественного контроля за соблюдением законодательства об охране труда как в форме проверок, так и в формах, не являющихся проверками (в форме мероприятий по наблюдению, анализу, оценке соблюдения требований законодательства по обеспечению трудовых и социально-экономических прав граждан (мониторинг), участия в работе коллегиальных органов, комиссий и иных предусмотренных законодательством, коллективными договорами (соглашениями) формами).

Право на осуществление общественного контроля за соблюдением законодательства об охране труда в форме проверок Указом № 240 предоставляется только техническим инспекторам труда профсоюзов.

Представления технических инспекторов труда профсоюзов являются обязательными для исполнения работодателями.

Общественные инспекторы по охране труда профсоюзов, другие уполномоченные представители профсоюзов при осуществлении общественного контроля в формах, не связанных с проведением проверок, вправе в порядке, установленном республиканскими объединениями профсоюзов, выдать нанимателю рекомендацию по устранению выявленных нарушений требований по охране труда, коллективного договора (соглашения). Наниматель обязан рассмотреть данную рекомендацию и проинформировать профсоюз о результатах ее рассмотрения в установленный в ней срок.

Вопросы для самоконтроля

1. Безопасность на производстве.
2. Правовые и организационные вопросы охраны труда.
3. Система «человек – производственная среда».
4. Трудовое законодательство Республики Беларусь.
5. Понятия об условиях труда.
6. Благоприятные и неблагоприятные условия труда.
7. Классификация факторов производственной сферы.
8. Как правильно провести аттестацию рабочих мест?
9. Цель проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.
10. Обязанности аттестационной комиссии.
11. Особенности измерения уровней вредных и опасных факторов.
12. Понятие риска.

13. Оценка рисков.
14. Основные причины несчастных случаев на производстве.
15. Расследование, учет, анализ несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.
16. Классификация несчастных случаев по признакам.
17. Классификация несчастных случаев по месту происшествия.
18. Обязанности должностных лиц – участников расследования.
19. Особенности расследования групповых несчастных случаев на производстве.
20. Кто принимает участие в расследовании несчастного случая?
21. Порядок расследования несчастного случая на производстве.
22. Порядок проведения специального расследования.
23. Меры, принимаемые после окончания расследования несчастного случая.
24. Порядок расследования профессионального заболевания.
25. Понятие о правовой основе охраны труда.
26. Правовые нормы – законы и подзаконные акты в области охраны труда.
27. Особенности применения НПА в Республике Беларусь.
28. Локальные НПА предприятия (организации) по охране труда.
29. Трудовой договор.
30. Ответственность за нарушения законодательства по охране труда.
31. Надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства, норм и правил по охране труда.

13. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

13.1. Производственная санитария и гигиена труда

Производственная санитария – это система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов до значений, не превышающих допустимые (ГОСТ 12.0.002).

Гигиена труда – комплекс мер и средств по сохранению здоровья работающих, профилактике неблагоприятных воздействий производственной среды и трудового процесса.

Производственная среда – это пространство, где осуществляется трудовая деятельность человека, которая может производиться как в производственных помещениях, так и вне их.

Производственные помещения – это замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей (ГОСТ 12.1.005). Они должны отвечать Декрету Президента Республики Беларусь «Общие санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования» от 23 ноября 2017 г. № 7.

Рабочее место – это зона нахождения работника и средств приложения его труда, которая определяется на основе технических и эргономических нормативов и оснащается техническими и прочими средствами, необходимыми для исполнения работником поставленной перед ним конкретной задачи.

Рабочая зона – пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола, или площадки, на которых находятся места постоянного (временного) пребывания работающих (ГОСТ 12.1.005).

Метеорологические условия производственной среды – температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (подвижность), определяющие интенсивность теплообмена между организмом человека и окружающей средой и оказывающие существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность, производительность труда, здоровье.

Классификация факторов производственной санитарии.

Согласно системе стандартов безопасности труда (ССБТ) вредоносные и опасные факторы на производстве могут присутствовать или отсутствовать.

При наличии одних или других возникает опасность для персонала. Опасные аспекты – это те, при воздействии которых работающий может получить травму, вредные – это те, которые приводят к заболеванию работающих.

Условно данные факторы делятся на следующие группы:

- физические – это повышенный шум, наличие пыли, вибрации, жары, холода и пр. Постоянное влияние таких факторов на организм человека может спровоцировать возникновение глухоты, заболевания органов дыхания, обморожения или солнечных и тепловых ударов;

- химические – это пары газа либо ядовитые вещества. Данные аспекты вызывают отравления различного характера, а также пневмоклерозы и иные нарушения;

- биологические – это болезнетворные микроорганизмы, которые провоцируют возникновение инфекционных заболеваний различного рода. Сюда можно отнести вирусы гриппа, менингита, холеры, дифтерии и пр.;

- психологические – это те, которые чреватые физическими и нервными перегрузками. Данные аспекты могут привести к появлению грыж, венозной дистонии, расстройства нервной системы, инфарктов.

Основные меры, направленные на борьбу с вышперечисленными факторами, – это выделение помещений на производстве для бытовых целей, здравоохранения, принятия пищи, культурного обслуживания.

Условия. Температура воздуха в данных комнатах должна быть в пределах 12 °С...22 °С, влажность 40 %...60 % с обменом воздуха 2–4 раза в течение часа.

13.2. Основной состав загрязнителей. Гигиеническая оценка загрязненности воздушной среды на местах

Под вредным веществом понимают вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки настоящего и последующих поколений.

По характеру воздействия на организм человека вредные химические вещества подразделяются на десять групп:

- 1) нервные – вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, паралич (углеводороды, спирты жирного ряда, анилин, сероводород, аммиак, бензин);

2) кровяные – яды, соединяясь с гемоглобином крови, вытесняют из нее кислород, что приводит к удушью (окись углерода, нитро- и аминсоединения ароматического ряда, бензол, толуол, свинец, ароматические смолы);

3) раздражающие – поражают верхние дыхательные пути (хлор, акролеин, аммиак, сернистый газ, пары кислот, окислы азота);

4) прижигающие и раздражающие кожу и слизистую оболочку – поражают кожные покровы с образованием нарывов и язв (неорганические кислоты – серная, соляная, азотная; некоторые органические кислоты – уксусная, муравьиная; едкий натрий);

5) ферментные – нарушают структуру ферментов, инактивируют их (синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, ртуть, фосфорорганические соединения);

6) печеночные – вызывают структурные изменения тканей печени (хлорированные углеводороды, бромбензол, фосфор, селен);

7) аллергены – повышают чувствительность организма (или отдельных органов) человека к воздействию различных раздражителей, вызывают изменения реактивной способности организма (анилин, формальдегид, ароматические амины, нитрозосоединения);

8) канцерогенные – при попадании внутрь или проникновении через кожу могут вызывать у человека развитие злокачественных опухолей (онкологических заболеваний) (бензидин, нафтиламины, эпоксидные соединения, асбест);

9) мутагенные – взаимодействуя с клеточными ДНК, приводят к болезнетворным изменениям органов и тканей человека (этиленмин, оксиды этилена, бензол, соединения свинца и ртути, сероуглерод);

10) тератогенные – влияют на репродуктивную функцию организма, способны вызывать пороки развития плода (бензол и его гомологи, фталевый ангидрид, хлорированные углеводороды).

Отравления (интоксикация) организма человека.

Вредные вещества в зависимости от их свойств и условий их воздействия (концентрация/доза/время) на человека могут вызывать острые и хронические отравления (интоксикации).

Острыми отравлениями называют заболевания, которые возникают у людей при авариях, внезапных нарушениях технологического режима или требований техники безопасности. Они развиваются непосредственно после контакта с вредным веществом или по истечении скрытого периода (от 6...8 ч до нескольких суток). При этом вредное вещество поступает в организм в большом количестве – в десятки и сотни раз превышающем его ПДК в воздухе рабочей зоны, а также при ошибочном приеме внутрь или сильном загрязнении кожных покровов.

Тяжесть симптомов и наступившие в результате воздействия нарушения зависят от того количества, которое достигает нервной системы. При незначительном воздействии острые действия являются легкими и преходящими, исчезая при прекращении воздействия. Головная боль, усталость, чувство дурноты, затруднение в сосредоточении внимания, чувство опьянения, эйфория, раздражительность, головокружение и замедленные рефлексы – это типы симптомов, ощущающихся при воздействии нейротоксичных препаратов.

Хроническими отравлениями называют заболевания, которые возникают в результате длительного, многолетнего воздействия вредных химических веществ, проникающих в организм постепенно относительно небольшими дозами. Они развиваются вследствие постоянного накопления вредного вещества в организме.

Классификация загрязнителей и источников загрязнения.

Загрязнители и источники загрязнения очень разнообразны и поэтому они классифицируются по многим признакам.

1. Выделяют первичные и вторичные загрязнители.

Первичный загрязнитель выбрасывается в окружающую среду непосредственно из источника загрязнения.

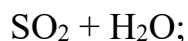
Вторичный загрязнитель возникает в результате химических реакций между первичными загрязнителями и природными агентами или в ходе разложения первичного загрязнителя.

Природные естественные источники образуют глобальные загрязнения, при которых концентрации вредных веществ очень малы и существенно не влияют на здоровье человека.

Техногенные источники, возникающие в результате катастроф и аварий, оказывают региональное воздействие на условия жизнедеятельности человека.

Например, первичный загрязнитель диоксид серы SO_2 , реагируя с водой, образует сернистую кислоту H_2SO_3 , которая затем превращается в серную кислоту H_2SO_4 .

Превращения идут по уравнениям



Сернистая и серная кислоты являются в данном случае вторичными загрязнителями.

2. По своей природе загрязнители классифицируются как биологические, энергетические и химические:

– биологические: проникновение в эксплуатируемые экосистемы или технологические устройства чуждых им животных и растений, клонирование биоматериала искусственного оплодотворения, биологическое оружие и др.;

– физические: повышенные уровни вибрационных, шумовых, тепловых, электромагнитных, ионизирующих и иных излучений;

– химические: увеличение числа и количества химических компонентов в среде и др.

3. Загрязнители также классифицируют по материальным и энергетическим показателям на две группы:

– ингредиентные загрязнители, включающие продукты сгорания различных видов топлива, бытовые стоки и мусор, химические вещества, биологические препараты, пыли, аэрозоли и др.;

– параметрические загрязнители: вибрация, шум, тепло, радиация, электромагнитные излучения и др.

4. По режиму эмиссии загрязнители можно разделить на две группы:

– обычные, характерные для нормальной деятельности предприятия или другого источника загрязнения;

– аварийные (залповые), характерные для экстремальных и чрезвычайных обстоятельств, возникающие в результате тех или иных отклонений от нормальных условий деятельности.

5. По загрязняемой среде различают загрязнители с учетом характеристик по микроклимату в помещении, а также по специфике перерабатываемого сырья и производимой продукции, характерные для воздуха, воды, почвы, космоса, продуктов питания, предметов потребления.

В соответствии с приведенной классификацией загрязнителями среды обитания могут быть и аварийно химически опасные вещества – АХОВ как результат техногенной катастрофы или аварии.

Санитарные правила и нормы.

Санитарные правила и нормы (СанПиНы) представляют собой гигиенические (санитарно-эпидемиологические) нормативы и правила, предъявляемые законодательством по ОТ к условиям жизнедеятельности человека в условиях производства.

СанПиНы задают норму безопасности для конкретных условий обитания человека, а также предъявляют существенные требования по отношению к вопросам обеспечения условий его жизнедеятельности.

Нормы безопасности – это предельно допустимые уровни факторов для обеспечения условий безопасной и безвредной среды для работающего. Их воздействие в рамках установленных лимитов на сотрудника, работающего 8 ч в день (не более 40 ч в неделю), не должно приводить к заболеваниям или отклонениям в его состоянии здоровья.

Санитарные правила и нормы считаются обязательными для соблюдения каждым государственным органом, предприятием, индивидуальными предпринимателями, гражданами и должностными лицами.

Несоблюдение или незнание санитарно-эпидемиологических требований влечет за собой административные наказания, представленные в виде штрафа.

Требования СанПиНа могут распространяться на функционирующие производства, на эксплуатацию и проектирование возводящихся предприятий и зданий. Согласно им предъявляются требования по отношению к объектам, отвечающим за выделение вредных веществ в окружающую среду, и источникам, отвечающим за формирование электромагнитных волн, статического электричества, повышенного шума, инфразвука.

СанПиНы устанавливают требования к качеству источников водоснабжения и потребляемой воды; к эксплуатации и размещению лечебных заведений; условиям действующего обучения в образовательных заведениях; обеспечению наилучшего качества воздуха для населения мест размещения предприятий; гигиенические требования к пищевой ценности и безопасности продуктов и т. д.

Предельно допустимая концентрация – основной гигиенический норматив.

Для предотвращения вредного воздействия веществ на организм человека их содержание в рабочей зоне не должно превышать предельно допустимую концентрацию (ПДК).

ПДК – это концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать уровень заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

В настоящее время используется несколько видов показателей ПДК: максимальная разовая (ПДКм.р.), среднесуточная (ПДКс.с.) и предельно допустимая концентрация для воздуха рабочей зоны (ПДКр.з.).

Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и др.),

устанавливаются только среднесменные ПДКс.с.; для веществ с остро-направленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие яды и др.) – максимальные разовые ПДКм.р.; для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций, – максимальные разовые ПДКм.р. и среднесменные ПДКс.с.

Среднесменные предельно допустимые концентрации и Гигиенические нормативы.

Среднесменная ПДК – средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены, или средневзвешенная во времени длительности всей смены концентрация вредного вещества в зоне дыхания работников на местах постоянного или временного их пребывания.

Если нормативными документами показатели ПДК не установлены, то временно вводят гигиенические нормативы – так называемые ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны.

Перечень вредных веществ, подлежащих определению, периодичность и порядок контроля, места и точки отбора проб согласуются с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

Как правило, работники подвергаются одновременному воздействию или комбинированному (сразу нескольких вредных веществ). Различают несколько видов комбинированного (совместного) действия вредных веществ.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

Особенности комбинированного воздействия веществ на организм человека.

Аддитивное (независимое) действие вредных веществ проявляется при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ, не обладающих однонаправленным действием. В этом случае их токсические индивидуальные эффекты не зависят один от другого.

Положительный синергизм (потенцирование) имеет место, когда одно вредное вещество усиливает токсическое действие другого.

Отрицательный синергизм (антагонизм) проявляется в том, что одно химическое вещество ослабляет действие другого.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия величины гигиенических нормативов остаются такими же, как и при их изолированном действии.

Совместное воздействие вредных химических веществ может усиливаться при влиянии таких неблагоприятных факторов производственной среды, как высокая температура, влажность, шум, физическое напряжение.

Токсический эффект действия веществ зависит от биологических особенностей организма человека.

13.3. Микроклимат производственных помещений

Приборы и особенности измерения параметров микроклимата.

Температура и относительная влажность воздуха в помещениях измеряются термогигрометрами типов ИВТМ-7МК, ИВГ-1МК, а также В-4М или М-34.

Для измерения температуры нагретых тел используются термометры: контактный микропроцессорный ТК-5М, переносной электронный 1503П, универсальный TESTO 925, пирометр С-110Л, а величины их теплового излучения – различные приборы типа радиометров, актинометров, болометров, спектрометрических типов РОТС-11, ДООИ-1, СРП-86 и т. д.

Скорость движения воздуха измеряется крыльчатymi анемометрами АСО-3 типа Б, если скорость лежит в пределах от 1 до 10 м/с, или чашечными, которые позволяют измерить скорость движения воздуха от 1 до 30 м/с.

Для измерения небольших скоростей воздуха (0,02...2 м/с) используются дифференциальный микроанемометр или электроанемометр типа термоанемометр ЭА-2М, а также портативные электронные анемометры типов АПР-2, TESTO 425 и 435 и др.

Технические требования к измерению параметров микроклимата.

Контроль параметров микроклимата по СанПиН 9-80–98 проводится не менее 3 раз в течение одного дня: в начале, середине и конце рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м – при выполнении работ стоя.

Интенсивность теплового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах необходимо определять в направлении максимума силы теплового излучения от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно к падающему потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м.

Воздействие параметров микроклимата на организм человека.

Воздействие высокой температуры на человека способствует появлению:

– быстрой утомляемости работающего из-за перегрева организма и повышения температуры тела, что ведет к обильному потоотделению, жажде,

учащенному дыханию и пульсу. При более значительном перегреве тела человека наблюдается головокружение, затрудняется речь и пр., т. е. возникает тепловая гипертермия;

– нарушения водно-солевого обмена, что приводит к проявлению судорожной болезни, которая протекает в форме судорог различных мышц, особенно икроножных, из-за обезвоживания организма, вызывающего сгущение крови и ухудшение питания тканей и органов;

– вероятности теплового удара, следствием которого является потеря сознания, повышение температуры тела до 40 °С...41 °С, слабый и учащенный пульс. При тепловом или солнечном ударе происходит прилив крови к мозгу, в результате чего возникают симптомы: внезапная слабость, головная боль, рвота, поверхностное дыхание.

Тепловой удар и судорожная болезнь могут привести к смертельному исходу.

Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывает также низкая температура воздуха, вызывающая охлаждение организма, что может стать причиной простудного заболевания или обморожения. Повреждение тканей в результате воздействия низкой температуры называется отморожением.

Высокая относительная влажность воздуха интенсифицирует проявление вышеприведенных факторов на организм человека, а низкая способствует пересыханию слизистых оболочек дыхательных путей человека.

Подвижность воздуха влияет на термосаморегуляцию организма, под которой понимается совокупность физиологических и биохимических процессов в организме, которые обеспечивают оптимальную работоспособность при температуре 36 °С...37 °С.

Пыль и загазованность воздуха влияют на условия жизнедеятельности человека в процессе работы и требуют максимального удаления из воздуха в помещении.

13.4. Основные методы и средства оздоровления воздушной среды в производственных помещениях

Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и параметров микроклимата производственного помещения применяют различные виды вентиляции и отопления.

Вентиляция – это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязненного воздуха и подаче вместо него свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения вентиляция может быть приточной и вытяжной. Вытяжная служит для

удаления из помещения загрязненного воздуха и выброса его за пределы цеха или корпуса, а приточная – для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаленного.

Отопление – это искусственный обогрев помещений для поддержания температуры, отвечающей условиям теплового комфорта (например, 18 °С...20 °С в жилых помещениях), а иногда и требованиям технологического процесса. Под отоплением понимают также системы, выполняющие эти функции. Основные виды: водяное, воздушное, печное, электрическое, лучистое (в том числе панельное).

Контроль запыленности помещений.

Для проведения мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда и выбора их оптимального варианта на каждом рабочем месте, где образуется пыль, следует периодически контролировать ее концентрацию. В соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 *Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны* периодичность контроля (за исключением веществ с остронаправленным механизмом действия) устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

- для 1 класса – не реже 1 раза в 10 дней;
- для 2 класса – не реже 1 раза в месяц;
- для 3 и 4 классов – не реже 1 раза в квартал.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК. При установленном соответствии содержания вредных веществ 3 и 4 классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

При определении содержания пыли в рабочей зоне пробы воздуха отбирают на высоте примерно 1,5 м (что соответствует зоне дыхания) в непосредственной близости к месту работы. Для оценки распространения пыли по помещению пробы воздуха отбирают и в так называемых нейтральных точках, т. е. на некотором расстоянии (1...3...5 м и более) от мест образования пыли, а также в проходах.

Для оценки эффективности новых или реконструированных обеспыливающих устройств пробы воздуха отбирают до и после их установки и введения в эксплуатацию для двух режимов: во включенном и выключенном состоянии.

В период отбора проб воздуха надо обязательно регистрировать условия их отбора: температуру и барометрическое давление воздуха на рабочем месте, вид выполняемой операции, а также факторы, которые могут повлиять на запыленность воздуха (размеры помещения, закрытость и открытость оконных фрамуг, включение или отключение вентиляции и т. д.).

Полученное разовое или среднее значение концентрации пыли в воздухе необходимо сравнить с действующей ПДК для этого вида предприятия.

Методы и приборы контроля запыленности.

Принято выделять прямые и косвенные методы.

Прямые основаны на предварительном осаждении пыли с ее последующим взвешиванием. К ним относятся:

- аспирационный – основан на просасывании воздуха через пористые материалы или через жидкости (воду, масла). Однако чаще всего используют стандартные фильтры. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-20, АФА-ВП-10, ФПП;

- седиментационный – основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки с последующим расчетом массы пыли на 1 м² поверхности.

Косвенные методы обеспечивают определение массовой концентрации пыли на основе измерения, либо перепада давления на фильтрующем материале при прокачивании через него запыленного воздуха, либо частоты (амплитуды) вибрации, либо тока смещения, возникающего в результате трения частиц пыли о стенки корпуса первичного преобразователя, либо интенсивности проникающей радиации через фильтр с пылью и т. д. К ним относятся следующие:

- электростатический – заключается в создании поля высокого напряжения, в котором пылевые частицы электризуются и притягиваются к электродам;

- фотометрический – пылевые частицы регистрируются с помощью сильного бокового света;

- радиоизотопный – основан на определении массы задержанной фильтром пыли по степени ослабления потока Р-частиц, прошедших через фильтр до его запыления и после.

В настоящее время производятся современные приборы для прямого измерения массовой концентрации аэрозольных частиц (например, измеритель массовой концентрации аэрозольных частиц «Аэрокон», радиоизотопный измеритель концентрации пыли ИКАР-ФБ-01, анализаторы пыли «Атмас» РМ 2,5 и РМ 10, цифровые измерители пыли типа Sintrol S300 и др.).

Классификация и особенности применения систем отопления производственных помещений.

Для производственных и складских помещений применяются три вида отопления: водяное, воздушное и лучевое.

Стандартное водяное отопление плохо подходит для обогрева промышленных помещений и складов. Связано это с тем, что конверсионный

метод отопления концентрирует тепло не в нижней зоне, где находятся работники и оборудование, а вверху.

Данный способ вызывает большие расходы на тепло-, энергоносители, оказываясь при этом наименее эффективным. Такой тип прогрева воздуха все еще сохраняется в нежилых помещениях общественного назначения. Им целесообразно отапливать школы, больницы, детсады, офисы. Крайне эффективным показывает себя такое отопление в садах, тренажерных залах школ, при организации теплых водяных полов.

Воздушное отопление позволяет мгновенно нагреть воздух в больших промышленных помещениях. При таком отоплении холодный воздух берется с улицы, нагревается и воздушной пушкой направляется в здание. Достоинством, кроме быстрого обогрева, можно назвать постоянную циркуляцию воздуха, приток кислорода в помещение. Однако данный способ нагрева не гарантирует присутствие тепла внизу помещения. Перепады температур на больших помещениях по объему и пространству могут быть в десятки градусов. Еще одним недостатком можно назвать то, что воздушное отопление должно работать постоянно, чтобы обеспечивать обогрев.

Разновидностью воздушного отопления является кондиционирование.

13.5. Назначение производственного освещения. Виды и характеристики освещения. Гигиеническая оценка и нормирование зрительных условий труда

Нормативные требования к освещенности помещений.

Последствием недостаточной освещенности помещения для человека может стать развитие близорукости, снижение реакции и иммунитета организма.

Вредным воздействием обладает и избыточная яркость осветительных приспособлений, что приводит к переутомлению работающего. Длительный интенсивный световой поток вызывает усталость глаз и опасность развития катаракты.

Нормирование освещенности (в люксах) производственных помещений зависит от характеристики зрительной работы, размера объекта различия, разряда зрительной работы и контраста объекта с фоном и регламентировано документами:

– ТКП 45-2.04-153–2009 (02250) *Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования*, утвержденным и введенным в действие приказом Минархитектуры и строительства Республики Беларусь от 14 октября 2009 г. № 338;

– СанПиН «Требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению помещений жилых и общественных зданий», утвержденными постановлением Минздрава Республики Беларусь от 28 июня 2012 г. № 82;

– СанПиН «Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов», утвержденными постановлением Минздрава Республики Беларусь от 8 июля 2016 г. № 85.

Классификация светильников для искусственного освещения.

В зависимости от распределения светового потока в пространстве светильники подразделяют на пять основных классов: прямого, преимущественно прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света.

Светильники прямого света направляют не менее 80 % светового потока в нижнюю полусферу. Наиболее распространенные светильники этой группы – «Универсаль», «Глубокоизлучатель» (зеркальный, эмалированный), «Широкоизлучатель», «Альфа» и др.

Светильники рассеянного света направляют в каждую полусферу от 40 % до 60 % светового потока. Они обеспечивают хорошую равномерность освещения при полном отсутствии теней; их устанавливают в помещениях со светлыми потолками и стенами (в административных, конструкторских, читальных залах и др.). К этому классу относятся «Молочный шар», «Кольцевые» и др.

Светильники отраженного света посылают в верхнюю полусферу не менее 80 % всего светового потока, обеспечивают мягкое освещение без резких теней. Их используют для освещения помещений общественного назначения. Как правило, в производственных помещениях такие светильники не устанавливают.

По конструктивному исполнению светильники делятся на:

- открытые (лампа не отделена от внешней среды);
- защищенные (лампа отделена оболочкой, допускающей свободный проход воздуха);
- закрытые (оболочка защищает от проникновения внутрь крупной пыли);
- пыленепроницаемые (оболочка не допускает проникновения внутрь мелкодисперсной пыли);
- влагозащищенные;
- взрывозащищенные;
- взрывобезопасные.

К первым трем типам светильников относятся «Универсаль», УПМ-500, СХ-60, СХ-200, СХ-500 и др. – для химически активной окружающей среды; СПБ – пылебрызгозащитные; ПУ-100, ПВЛ-1, ПВЛ-6 и типа ЛПП – для сырых и пыльных помещений.

Лампы накаливания.

Электротехнической промышленностью изготавливаются лампы накаливания общего назначения мощностью от 15 до 1500 Вт на номинальное напряжение 127 и 220 В.

Для местного освещения выпускаются лампы накаливания на номинальное напряжение 12 и 36 В мощностью до 50 Вт.

Лампа накаливания – электрический источник света, светящимся телом которого служит так называемое тело накала. Это – проводник, нагреваемый протеканием электрического тока до высокой температуры.

В качестве материала для изготовления тела накала в настоящее время применяются практически исключительно вольфрам и сплавы на его основе.

13.6. Классификация шумов по природе происхождения, ширине спектра, временным характеристикам. Воздействие шума на организм человека. Гигиеническая оценка шума и его нормирование в жилой зоне и на рабочих местах. Принципы, методы и средства защиты от шума

Звук представляет собой колебательное движение упругой среды, воспринимаемое нашим органом слуха. Характер распространения колебательного движения в среде называется звуковой волной, а область среды, в которой она распространяется, – звуковым полем.

Шум – совокупность звуков, различных по частоте и интенсивности, вредно влияющих на организм человека. С физической стороны он характеризуется частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью или силой звука.

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов.

В производственных условиях источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты (отбойные, рубильные молотки, перфораторы), компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т. д.

В зависимости от происхождения различают шум: механический (возникает при движении, соударении, трении деталей машин и механизмов);

аэро(гидро)динамический (возникает при движении газа, пара, жидкости в результате пульсации давления из-за турбулентного (беспорядочного, вихревого) перемешивания потоков, движущихся с разными скоростями в свободных струях, или из-за турбулизации потока у границ обтекаемого тела); термический (возникает при турбулизации потока и флуктуации плотности газов при горении, а также мгновенном изменении интенсивности выделения тепла, приводящего к моментальному повышению давления); взрывной (импульсный).

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20000 Гц, зона наибольшей чувствительности слуха находится в области 50...5000 Гц. Колебания с частотой до 16 Гц (инфразвук) и выше 20 000 Гц (ультразвук) не воспринимаются органами слуха человека.

Для оценки интенсивности звуков (или шума) принято применять характеристику в виде уровня звукового давления (в отдельных источниках – сила звука), под которым понимается результат изменения давления в воздухе при прохождении через него звуковых волн. Звук измеряется по логарифмической шкале в децибелах (дБ).

Во время звуковых колебаний в воздухе образуются области пониженного и повышенного давления, которые определяют звуковое давление p .

Звуковым давлением называется разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением в невозмущенной среде.

При распространении звуковой волны в пространстве происходит перенос энергии. Количество переносимой энергии определяется интенсивностью звука. Средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется интенсивностью звука I в данной точке.

Характеристикой источника шума служит звуковая мощность W , Вт, которая определяется общим количеством звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство за единицу времени.

Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука. При этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. Кроме того, по закону Вебера – Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него.

За эталонный принят звук с частотой 1000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², а соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Верхняя граница воспринимаемых человеком звуков принимается за так называемый порог болевого ощущения. Порог болевого ощущения – 120...130 дБ. При частоте 1000 Гц он возникает

при $I = 10 \text{ Вт/м}^2$ и $P = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$. Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости. В международных рекомендациях в последние годы стандартным принят звук с частотой 2000 Гц.

Уровнем громкости шума (звука) называется уровень силы равногромкого с этим шумом звука с частотой колебаний 1000 Гц, для которого уровень силы звука в децибелах условно принят за уровень громкости в фонах. Один фон – это громкость звука при частоте 1000 Гц и уровне интенсивности в 1 дБ. На частоте 1000 Гц уровни громкости равны уровням звукового давления. Например, звук с частотой колебаний 100 Гц и силой 50 дБ воспринимается как равногромкий звуку с частотой колебаний 1000 Гц и силой 20 дБ (20 фонов). При малых уровнях громкости и низких частотах расхождения между силой звука в децибелах и уровнем громкости в фонах наибольшие. По мере увеличения громкости и частоты эта разница сглаживается.

Наряду с оценкой громкости шума в фонах используют и другую единицу громкости – сон, которая нагляднее отражает изменение субъективно воспринимаемой громкости и позволяет определить, во сколько раз один звук громче другого. С увеличением громкости на 10 фонов уровень громкости в сонах возрастает в 2 раза.

Шкала громкости в сонах позволяет определить, во сколько раз снизилась громкость шума после внедрения тех или иных мер борьбы с ним или во сколько раз шум на одном рабочем месте превышает по громкости шум на другом.

Логарифмическая шкала в децибелах (0...140 дБ) позволяет определить чисто физическую характеристику шума независимо от частоты. Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот (800...1000 Гц), наименьшая – для низких (20...100 Гц). Для того чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие скорректированного уровня звукового давления.

Суть коррекции – введение зависящих от частот звука поправок к уровню соответствующей величины. Эти поправки стандартизованы в международном масштабе. Наиболее употребительна коррекция A . Скорректированный уровень звукового давления ($L_A = L_p - \Delta L_A$) называется уровнем звука и измеряется в децибелах по шкале A .

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют мощность процесса, приходящегося на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ($f_2/f_1 = 2$) и 1/3-октавные ($f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$) полосы частот, где f_2 и f_1 – верхняя и нижняя граничные частоты соответственно.

Децибел (дБ) – это единица, в 10 раз меньшая бела, которая примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом.

Максимальная величина допустимого уровня шума зависит от тяжести и напряженности труда.

Воздействие шума на организм человека.

Среди многочисленных проявлений воздействия шума на организм можно выделить снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления, спад производительности труда и, наконец, возникновение шумовой патологии. Среди многообразных проявлений шумовой патологии ведущий клинический признак – медленно прогрессирующее снижение слуха. Профессиональное снижение слуха относится к нейро-сенсорной (нервные ощущения) тугоухости.

Развитие хронической профессиональной тугоухости – процесс длительный и постепенный. Время его протекания различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму, а также многих других факторов.

Типичная картина на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной потерей слуха на частоте около 4000 Гц. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – едва заметно. Только потеря слуха более чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно если к этому добавляются возрастные изменения.

Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область звуковых частот 500, 1000, 2000 Гц. Оно обычно развивается медленно и постепенно увеличивается со стажем работы в данной профессии. Дальнейшее развитие профессиональной тугоухости характеризуется расширением повреждения звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот.

Для развития нарушений слуха, вызываемых действием шума, в каждой профессиональной группе характерны свои сроки, определяемые физическими параметрами шума и их вероятностным распределением. Значительные различия в сроках возникновения степени потери слуха среди рабочих однородных профессий указывают на роль индивидуальной чувствительности к повреждающему действию шума.

При действии интенсивного шума изменения со стороны нервной системы значительно более выражены и предшествуют развитию патологии органа слуха. У рабочих преобладают жалобы на головные боли, несистематические головокружения, ухудшение памяти, повышенную утомляемость, эмоциональную неустойчивость, нарушение сна, сердцебиение и боли в области сердца, снижение аппетита и др.

Шум вызывает снижение иммунологической реактивности, повышение уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности в 1,2–1,3 раза при увеличении уровня производственного шума на 10 дБ. Это характерно для

условий, где воздействие шума на организм человека сопровождается действием других неблагоприятных факторов производственной среды (вибрации, температуры, вредных веществ), которые усиливают вредное влияние шума на организм. Общая заболеваемость рабочих шумных цехов в среднем на 25 % выше заболеваемости рабочих малошумных цехов.

Классификация шумов по ширине спектра и временным характеристикам.

Согласно ГОСТ 12.1.003 постоянный шум классифицируется по следующим признакам:

- по характеру спектра: широкополосный, с непрерывным спектром шириной более октавы; тональный, в спектре которого имеются слышимые тона (тональный характер определяют по превышению уровня шума в одной полосе над соседними третьоктавными полосами не менее чем на 10 дБ);
- по временным характеристикам: постоянный и непостоянный;
- по частотной характеристике: шумы низко-, средне- и высоко-частотные, имеющие соответственно границы 16...350, 350...800 и выше 800 Гц.

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на группы:

- колеблющиеся во времени, уровень звука которых изменяется во времени непрерывно;
- прерывистые, уровень звука которых ступенчато изменяется (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука различаются не менее чем на 7 дБ.

Нормирование шума.

Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 ноября 2011 г. № 115 «Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» введены новые нормативные документы, в которых постоянный шум нормируется в децибелах уровнем звукового давления (УЗД, дБ) и уровнем звука (УЗ, дБА).

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентный и максимальный уровни звука в децибелах по шкале *A*. Превышение хотя бы одного из указанных показателей квалифицируется как несоответствие предписанным санитарным правилам. Кроме того, постановлением Минздрава Республики Беларусь от 18 декабря 2012 г. № 99 введен в действие критерий оценки и степени риска неблагоприятного

воздействия на человека акустической нагрузки территорий населенных мест – удельная акустическая нагрузка.

Методы измерения и контроля шума на рабочих местах.

Устанавливаются следующие измеряемые и рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума: уровень звука в децибелах по шкале *A* и октавные уровни звукового давления в децибелах – для постоянного шума; эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука в децибелах по шкале *A* – для колеблющегося во времени; эквивалентный уровень звука в децибелах по шкале *A* и максимальный уровень звука в децибелах по шкале *A* – для импульсного; эквивалентный и максимальный уровни в децибелах по шкале *A* – для прерывистого.

Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены (рабочего дня).

Устанавливается следующая продолжительность измерения непостоянного шума: половина рабочей смены (рабочего дня) или полный технологический цикл. Допускается общая продолжительность измерения 30 мин, состоящая из трех циклов, каждый из которых продолжительностью 10 мин, – для колеблющегося во времени; 30 мин – для импульсного; полный цикл характерного действия шума – для прерывистого.

Измерения шума необходимо производить при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее характерном режиме его работы.

Во время проведения измерений должны быть включены оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие обычно используемые в помещении устройства, являющиеся источником шума.

Микрофон шумомера следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека, подвергающегося воздействию шума (если работа выполняется сидя). Микрофон должен быть ориентирован в направлении максимального уровня шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

При большем числе источников шума уровни интенсивности суммируются последовательно от наибольшего к наименьшему.

Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих установленным постоянным местам, а на непостоянных – в рабочей зоне в точке наиболее частого пребывания работника.

По мере увеличения расстояния от точечного источника шума площадь фронта распространения волн, по которой распределяется энергия, соот-

ветственно увеличивается и вследствие этого уменьшается интенсивность шума (энергия шума в единицу времени).

Способы и средства защиты от шума.

Мероприятия по борьбе с шумом могут быть техническими, архитектурно-планировочными, организационными и медико-профилактическими.

С помощью технических средств борьба с шумом ведется по трем основным направлениям – устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике образования за счет конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий; снижение шума на пути его распространения от источника к рабочим местам; непосредственная защита работника или группы рабочих.

Снижение шума в источнике его возникновения. Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные. Однако такой способ борьбы с шумом не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Этого можно добиться усовершенствованием конструкции или схемы установки, производящей шум, изменением режима ее работы, использованием в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудованием на источнике шума дополнительных звукоизолирующих устройств или ограждений, расположенных по возможности ближе к источнику.

Методы снижения шума на пути его распространения. Снижение шума на пути его распространения от источника в значительной степени достигается проведением строительно-акустических мероприятий. К методам снижения шума на пути его распространения относится применение кожухов, экранов, выгородок, кабин наблюдения (при дистанционном управлении), звукоизолирующих перегородок между помещениями, звукопоглощающих облицовок, глушителей шума, а также средств, обеспечивающих снижение передачи вибрации от оборудования виброизоляцией и вибропоглощением.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что большая часть звуковой энергии отражается от преграды, часть – поглощается самой преградой и лишь незначительная ее часть проникает за ограждение. В качестве звукоизолирующих преград используются акустические экраны, кожухи, кабины.

Значительный эффект снижения шума оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм или источник шума от рабочего места или зоны обслуживания машины. Они могут устанавливаться как вблизи источника, так и у рабочего места. Действие акустического экрана основано на отражении звуковых волн и образовании за экраном области звуковой тени.

Звукоизолирующие кожухи, являющиеся одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи, могут закрывать отдельный шумный узел машины или весь агрегат в целом. Кожухи из листового металла с внутренней облицовкой звукопоглощающим материалом могут снижать шум на 20...30 дБ.

Высокой звукоизолирующей эффективностью кожухи достигают только в случае отсутствия щелей и отверстий, при тщательной виброизоляции от фундамента и трубопроводов.

Звукозащитные кабины, представляющие собой локальные средства шумозащиты, устанавливаются на автоматизированных линиях у постов управления там, где возможно на длительный срок изолировать человека от источника шума.

Звукопоглощение. Одним из методов строительной акустики является использование шумопоглощающих конструкций или материалов, которыми облицовывают потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Звукопоглощающие материалы по своей структуре являются пористыми. К ним следует отнести пенопласт, поролон, технический войлок, минеральную вату, керамзит, гипсовые плиты и др.

Звукопоглощающие материалы для облицовки стен и потолка помещений должны:

- обладать достаточно высоким коэффициентом звукопоглощения в требуемом диапазоне частот;
- обладать долговечностью, соответствующей долговечности здания;
- не выделять вредных для здоровья пыли и газов, а также неприятных запахов;
- обладать малой гигроскопичностью;
- быть негорючими.

Выбор типа звукопоглощающего материала, его толщины и конструктивное исполнение определяются в первую очередь частотами, на которых необходимо уменьшить интенсивность шума, а также рядом технологических и противопожарных требований. Максимальная величина снижения уровня шума с помощью звукопоглощающих облицовок в зоне отраженного звука достигает 8...10 дБ – в области низких и 10...12 дБ – в области высоких частот.

Вибропоглощение. Достигается покрытием вибрирующих частей оборудования и машин специальными демпфирующими материалами, имеющими высокое внутреннее трение.

Глушители шума. Являются эффективными средствами борьбы с шумом, возникающим при заборе воздуха и выбросе отработанных газов в вентиляторах, воздуховодах, пневмоинструменте, газотурбинных, дизельных, компрессорных установках. По принципу действия глушители шума делятся на глушители активного типа и реактивного типа. В глушителях активного типа снижение шума происходит за счет превращения звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем материале, размещенном во внутренних полостях. В глушителях реактивного типа шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой и с объемом воздуховода с помощью труб, щелей и отверстий. Шум снижается за счет отражения энергии звуковых волн. Камеры могут быть внутри облицованы звукопоглощающим материалом; тогда в низкочастотной области они работают как отражатели, а в высокочастотной – как поглотители звука.

В последние годы получил распространение новый вид активных глушителей шума из пористых материалов (поролон, пенопласт, высокопористые металлы и керамика).

Средства индивидуальной защиты (СИЗ). На рабочих местах, где не удастся добиться снижения шума до допустимых уровней техническими средствами или где это нецелесообразно по технико-экономическим соображениям, следует применять СИЗ от шума.

Эффективность СИЗ может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации. Результат применения таких средств особенно заметен у рабочих с малым стажем работы в шумных условиях, когда потеря слуха невелика. СИЗ способствует не только профилактике заболеваний, прямо или косвенно связанных с воздействием интенсивного шума (тугоухость, шумовая болезнь, нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем и др.), но и улучшению работоспособности человека.

СИЗ в зависимости от конструктивного исполнения делятся на противошумные наушники, противошумные вкладыши, противошумные шлемы и каски, противошумные костюмы. Наушники закрывают ушную раковину снаружи. Вкладыши перекрывают наружный слуховой проход или прилегают к нему. Шлемы и каски закрывают часть головы и ушную раковину.

Вкладыши изготавливаются из мягких эластичных материалов – резины, пластмасс, различного волокна. Их вводят непосредственно в наружную (хрящевую) часть слухового прохода и оставляют там без дополнительных средств поддержания.

При наличии заболеваний кожи наружного слухового прохода пользоваться вкладышами любого типа противопоказано. В этом случае следует применять наушники.

Наушники состоят из двух корпусов и оголовья. Корпуса изготавливают из пластмассы или металла, а внутри них для повышения эффективности помещают слой звукопоглощающего материала.

Наушники обладают большей эффективностью, чем вкладыши, в области средних и высоких частот. Их чаще применяют в тех случаях, если требуется периодическое использование.

Шлемы закрывают большую часть головы и защищают ее не только от шума, но и от ушибов, холода и др. Их целесообразно применять для защиты человека от особо интенсивного шума, когда он воспринимается не только непосредственно органом слуха, но и проникает в организм вследствие костной проводимости через кости черепа.

В комплексе мероприятий по защите человека от неблагоприятного действия шума определенное место занимают медицинские средства профилактики. Важнейшее значение имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

13.7. Вибрация

Характеристика отдельных видов вибрации.

Постановлением Минздрава Республики Беларусь от 25 декабря 2013 г. № 132 утверждены СанПиН «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий» и Гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий».

Вибрация – это колебательные процессы в механических системах, при которых отдельные элементы систем периодически проходят через положения равновесия. Причиной ее возникновения являются неуравновешенные силы воздействия.

Вибрация может реализовываться в шести направлениях в соответствии с шестью степенями свободы.

Источники вибрации:

- электрические приводы;
- ручной электрифицированный инструмент;
- рабочие органы машин ударного действия;
- подшипниковые узлы;

- технологическое оборудование – металло- и деревообрабатывающее оборудование;
- транспортные средства.

Различают следующие виды вибрации.

По источнику ее возникновения:

- транспортная или вибрация 1 категории, воздействующая на человека на рабочем месте в самоходных и прицепных машинах, транспортных средствах при движении по местности, дорогам;
- транспортно-технологическая или вибрация 2 категории, воздействующая на человека на рабочих местах в машинах, выполняющих технологический процесс;
- технологическая или вибрация 3 категории, воздействующая на человека на рабочем месте при работе стационарного оборудования и машин.

По способу передачи на человека:

- общая, передающаяся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальная (местная), передающаяся через руки человека.

По временным характеристикам:

- постоянная, для которой спектральный или скорректированный по частоте нормируемый параметр за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с;
- непостоянная, для которой спектральный или скорректированный по частоте нормируемый параметр за время наблюдения (не менее 10 мин или время технологического цикла) изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с.

Вибрация приводит тело (общая) или его отдельные части (местная) в колебательное движение. Различают поперечные и продольные колебания.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на три категории:

- 1 категория – транспортная – воздействует на операторов подвижных машин и транспортных средств при их движении;
- 2 категория – транспортно-технологическая – с ограниченным перемещением только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений;
- 3 категория – технологическая – воздействует на операторов стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Основные физические параметры вибрации: частота ν , Гц; амплитуда колебаний A , м; колебательная скорость V , м/с; колебательное ускорение a , м/с.

Локальная вибрация воздействует на работающего при работе пневматическим и электрическим инструментом, что характерно для слесарных и сборочных операций.

Нормирование вибрационного воздействия на человека.

Для вибрации различают техническое и санитарно-гигиеническое нормирование.

Техническое нормирование осуществляется по ГОСТ 12.1.012 и направлено на обеспечение оптимальных условий, при которых человек защищен от вибрации.

Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, должна производиться следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени воздействия вибрации по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ.

Нормируемый диапазон частот для общей вибрации в зависимости от категории устанавливается в виде октавных или третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 Гц.

Нормируемыми параметрами постоянной вибрации являются следующие:

- средние квадратичные значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни;
- скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Нормируемыми параметрами непостоянной вибрации являются эквивалентные (по энергии) скорректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости или их логарифмические уровни.

Импульсная вибрация нормируется в соответствии с СанПиН 2.2.4.13-29–2006 *Допустимые уровни импульсной локальной вибрации.*

Работа в условиях превышения нормативов на 12 дБ вибрации не допускается.

Воздействие на организм человека.

Общие вибрации вызывают нарушения в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, головные боли, утомление, головокружение, повышенную возбудимость. Их длительное воздействие может привести к развитию профессионального заболевания – вибрационной болезни с патологическими изменениями (поражению опорно-двигательного аппарата, функциональным расстройствам внутренних органов, опущениям органов малого таза и др.). Особенно опасны частоты 2...30 Гц, т. к. они вызывают резонансные колебания многих органов тела (2...9 Гц – внутренние органы, 10 Гц – мозг, 20...30 Гц – голова), при этом возможны разрывы внутренних органов при увеличении амплитуды их колебаний.

Локальные вибрации приводят к спазмам сосудов, ухудшают периферическое кровоснабжение, вызывают окостенение сухожилий, отложение солей, атрофию мышц, образование костных мозолей и др.

При постоянном воздействии локальной вибрации, особенно с ручным виброинструментом, уже через 5–8 лет развиваются профессиональные патологии.

Методы и средства вибрационной защиты.

Мероприятия по борьбе с вредным воздействием вибрации подразделяются на:

- инженерно-технические;
- организационные;
- лечебно-профилактические.

Инженерно-технические мероприятия включают:

- внедрение средств автоматизации и прогрессивных технологий, исключающих контакт работающих с вибрацией;
- изменение конструктивных параметров машин, технологического оборудования и механизированного инструмента.

Организационные мероприятия включают:

- контроль за монтажом оборудования;
- своевременное и качественное проведение планово-предупредительных ремонтов;
- выполнение правил технической эксплуатации машин и агрегатов.

Лечебно-профилактические мероприятия обеспечивают необходимый микроклимат и комплекс физиотерапевтических процедур (водные ванны, массаж, гимнастика, ультрафиолетовое облучение).

Борьба с вредной вибрацией ведется по нескольким направлениям.

Первое направление – уменьшение или устранение неуравновешенных силовых воздействий непосредственно в источнике возникновения вибрации.

Второе направление – отстройка от режима резонанса. Это достигается изменением характеристик системы (массы, жесткости) или переводом системы на новый режим работы.

Третье направление – вибродемпфирование, представляющее собой превращение механической работы энергии опасной вибрации в тепловую в материалах с большим внутренним трением (типа пластмасс, дерево, резина).

Разновидностью вибродемпфирования является виброгашение, которое достигается введением в систему дополнительного реактивного сопротивления. Для этого силовые агрегаты устанавливают на массивный фундамент или применяют виброгасители, колебания которых находятся в противофазе с колебаниями агрегата.

В том случае, если техническими способами (виброгашение, виброизоляция) не удастся снизить вибрацию ручных машин и рабочих мест до гигиенических норм (ГОСТ 12.1.012–90 *Вибрационная безопасность*), применяют виброзащитные рукавицы и виброзащитную обувь.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое производственная санитария и гигиена труда?
2. Классификация факторов производственной санитарии.
3. Основной состав загрязнителей.
4. Гигиеническая оценка загрязненности воздушной среды на местах.
5. ПДК – основной гигиенический норматив.
6. Приборы и особенности измерения параметров микроклимата.
7. Воздействие параметров микроклимата на организм человека.
8. Основные методы и средства оздоровления воздушной среды в производственных помещениях.
9. Контроль запыленности помещений.
10. Методы и приборы контроля запыленности.
11. Классификация и особенности применения систем отопления производственных помещений.
12. Нормативные требования к освещенности помещений.
13. Назначение производственного освещения.
14. Виды и характеристики освещения.
15. Классификация светильников для искусственного освещения.
16. Гигиеническая оценка и нормирование зрительных условий труда.
17. Классификация шумов по природе происхождения, ширине спектра, временным характеристикам.

18. Воздействие шума на организм человека.
19. Гигиеническая оценка шума и его нормирование в жилой зоне и на рабочих местах.
20. Принципы, методы и средства защиты от шума.
21. Характеристика отдельных видов вибрации.
22. Воздействие вибрации на организм человека.
23. Принципы, методы и средства защиты от вибрации.

14. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

14.1. Действие электрического тока на организм человека

Особенности отдельных видов воздействия тока на человека.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока выражается в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое (динамическое) действие тока выражается в расслоении, разрыве и других подобных повреждениях тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др., в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биологических процессов.

Чаще всего в результате прохождения через тело человека электрический ток оказывает комбинированное воздействие из вышеперечисленных видов действий, что приводит к электротравмам.

Электротравмы, вызванные прохождением электрического тока через тело человека, можно разделить на два вида:

- 1) местные электротравмы, когда возникает местное повреждение организма;
- 2) общие электротравмы (электрические удары), когда поражается весь организм.

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

В зависимости от исхода воздействия тока на организм электрические удары условно делятся на четыре степени:

- I – судорожное сокращение мышц;
- II – судорожное сокращение мышц, потеря сознания;
- III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности;

– IV – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Прекращение работы сердца, как следствие воздействия тока на мышцу сердца, наиболее опасно. Это воздействие может быть прямым, когда ток протекает через область сердца, и рефлекторным, когда ток проходит через центральную нервную систему. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция (беспорядочное сокращение мышечных волокон сердца – фибрилл), что приводит к остановке кровообращения.

Прекращение дыхания может быть вызвано прямым или рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания.

При длительном действии тока у человека наступает так называемая асфиксия (удушье) – болезненное состояние в результате недостатка кислорода и избытка диоксида углерода в организме. При асфиксии последовательно утрачиваются сознание, чувствительность, рефлексы, прекращается дыхание и, наконец, останавливается сердце (клиническая смерть).

Электрический шок – это нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т. п. Шоковое состояние длится от нескольких минут до суток. После этого может наступить либо полное выздоровление, как результат своевременного лечебного вмешательства, либо гибель организма из-за полного угасания жизненно важных функций.

Электрический ожог.

В зависимости от условий возникновения различают два основных вида ожога:

1) токовый (контактный), возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате его контакта с токоведущей частью;

2) дуговой, обусловленный воздействием на тело электрической дуги.

Токовый ожог возникает в электроустановках напряжением не выше 2 кВ. При более высоких напряжениях образуется электрическая дуга. Ожог тем опаснее, чем больше ток и время его прохождения. Сопротивление кожи больше, чем сопротивление внутренних тканей, поэтому она и сгорает. При токах высоких частот могут возникнуть ожоги внутренних тканей.

Дуговой ожог наблюдается в электроустановках различных напряжений. При этом в установках до 6 кВ ожоги являются следствием случайных коротких замыканий (КЗ). В установках более высоких напряжений дуга возникает при случайном приближении человека к токоведущим частям,

находящимся под напряжением, на расстояние, при котором происходит пробой воздушного промежутка между ними; при повреждении изолирующих защитных средств.

Электрические знаки представляют собой резко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности тела человека, подвергшегося действию тока. Размер пятен 1...5 мм. Обычные электрические знаки безболезненны, лечатся легко.

Металлизация кожи – проникновение в верхние слои кожи мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги, возникающей при КЗ. Мельчайшие брызги расплавленного металла под влиянием возникших динамических сил и теплового потока разлетаются во все стороны с большой скоростью.

Электроофтальмия (поражение) глаз наиболее опасна. Поэтому работы, при которых возможно возникновение электрической дуги, должны выполняться в защитных очках, одежда должна быть застегнута, ворот закрыт, рукава опущены.

Нормативная база для обеспечения ОТ при использовании электроустановок.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) утверждены постановлением Совмина Республики Беларусь «Об утверждении Правил электроснабжения» от 17 октября 2011 г. № 1394 и действуют с изменениями и дополнениями в постановлениях Совмина Республики Беларусь от 08 мая 2013 г. № 356, от 16 апреля 2014 г. № 360, от 23 октября 2015 г. № 895, от 29 апреля 2016 г. № 350, от 16 апреля 2017 г. № 617, от 11 октября 2017 г. № 766 и от 01 ноября 2017 г. № 820.

ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации планово-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования, а также систематического обучения и проверки обслуживающего персонала в объеме требований действующих правил технической эксплуатации и правил техники безопасности.

Порядок приемки и допуска в эксплуатацию электроустановок приведен в подразделе ТКП 181–2009 (02230) *Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей*, утвержденного постановлением Минэнерго Республики Беларусь от 20 мая 2009 г. № 16.

Приемо-сдаточные и пусконаладочные испытания проводятся согласно ТКП 339–2011 *Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и аккумуляторные, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и*

аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний, утвержденного постановлением Минэнерго Республики Беларусь от 23 августа 2011 г. № 44 (в редакции от 23 декабря 2013 г. № 50).

Подключение электроустановок потребителя в электрическую сеть осуществляется по наряду энергоснабжающей организации после заключения договора электроснабжения в порядке, установленном «Правилами электроснабжения», утвержденными постановлением Совмина Республики Беларусь от 17 октября 2011 г. № 1394 (в редакции от 25 мая 2018 г. № 396), и только при наличии акта осмотра электроустановок представителем органа госэнергонадзора с положительным заключением о возможности ввода электроустановок в эксплуатацию.

Электроустановками (электроприемниками) называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии. По условиям электробезопасности ПУЭ выделяют электроустановки до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ.

14.2. Факторы, влияющие на исход электрического поражения

Основными факторами, определяющими исход поражения, являются:

- вид, величина силы тока и напряжение;
- продолжительность воздействия тока;
- сопротивление тела;
- петля («путь») тока.

Сила тока, протекающая через тело человека, является главным фактором поражения электротоком. Чем больше сила тока, тем опаснее последствия его воздействия на человека. По степени физиологического воздействия можно выделить следующие поражающие токи:

- пороговый осязаемый ток (это наименьшее значение тока, которое человек начинает ощущать);
- пороговый неотпускающий (приковывающий) ток, когда из-за судорожного сокращения рук человек самостоятельно не может освободиться от токоведущих частей;

– пороговый фибрилляционный ток (он является расчетным поражающим током). При этом необходимо иметь в виду, что вероятность поражения таким током равна 50 % при продолжительности его воздействия не менее 0,5 с.

Напряжение следует рассматривать лишь как фактор, обуславливающий протекание того или иного тока в конкретных условиях, – чем больше напряжение прикосновения, тем больше поражающий ток.

Электрическое сопротивление тела человека.

Тело человека является проводником электрического тока, неоднородным по электрическому сопротивлению. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожа, поэтому общее сопротивление тела человека определяется главным образом величиной сопротивления кожи. Кожа состоит из двух основных слоев: наружного – эпидермиса и внутреннего – дермы. Наружный слой, в свою очередь, имеет несколько слоев, верхний из которых называется роговым.

Роговой слой в сухом незагрязненном состоянии можно рассматривать как диэлектрик. Его удельное объемное сопротивление достигает $10^5 \dots 10^{10}$ Ом·м, в тысячи раз превышая сопротивление других слоев кожи (дермы) и внутренних тканей организма. Сопротивление тела человека при сухой чистой и неповрежденной коже (измеренное при напряжении 15...20 В) колеблется в пределах от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних слоев тела составляет всего 300...500 Ом.

Сопротивление тела человека не является постоянным и зависит от состояния кожи, окружающей среды, параметров электрической цепи и т. д. Повреждения рогового слоя (порезы, царапины, ссадины) снижают сопротивление тела до 500...700 Ом, что увеличивает опасность поражения человека током. Такое же влияние оказывает увлажнение кожи водой или потом. Поэтому работа с электроустановками в условиях, вызывающих увлажнение кожи, а также при повышенной температуре усугубляет опасность поражения человека током.

Загрязнение кожи вредными веществами, хорошо проводящими электрический ток (пыль, окалина), также приводит к снижению ее сопротивления.

На сопротивление тела человека электрическому току оказывают влияние и площадь контакта, и место касания, поскольку сопротивление кожи неодинаково на разных участках тела. Наименьшим сопротивлением обладает кожа лица, шеи, ладоней и рук, особенно на стороне, обращенной к туловищу (подмышечных впадинах и др.). Кожа тыльной стороны кисти и подошв имеет сопротивление, во много раз превышающее сопротивление кожи других участков тела. При увеличении тока и времени его прохождения сопротивление тела человека падает, потому что вследствие местного нагрева

кожи расширяются сосуды, усиливаются кровоснабжение этого участка и потовыделение.

Для проведения расчетов величину сопротивления тела человека принимают равной 1000 Ом

Зависимость тяжести поражения током от особенностей человека и среды.

Индивидуальные особенности человека оказывают заметное влияние на тяжесть поражения. Заболевания кожи, сердечно-сосудистой системы, легких, нервные болезни и другие способствуют большей восприимчивости к электрическому току. Поэтому требованием к лицам, допускаемым к обслуживанию электроустановок, является обязательный специальный медицинский осмотр, который должен подтвердить отсутствие противопоказаний к данному виду работ.

Факторы окружающей среды в производственных помещениях существенно влияют на электробезопасность:

- во влажных помещениях с высокой температурой условия для обеспечения электробезопасности неблагоприятны, т. к. при этом терморегуляция организма человека осуществляется в основном с помощью потовыделения, что приводит к уменьшению сопротивления тела человека;

- влага, токопроводящая пыль, наличие едких паров и газов, высокая температура воздуха разрушающе действуют на изоляцию электроустановок, снижают электрическое сопротивление тела человека.

Воздействие тока на человека при работе на технологическом оборудовании увеличивается из-за наличия токопроводящих близко расположенных к рабочему месту металлических конструкций, имеющих связь с землей. При одновременном касании человеком этих конструкций и корпуса электрооборудования, случайно оказавшегося под напряжением, через его тело может пройти ток, приводящий к электротравме или электрическому удару.

14.3. Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока

Первая помощь до приезда скорой помощи включает следующие этапы:

- оценка обстановки (осмотр места происшествия и убежденность в собственной безопасности);

- устранение действий повреждающих факторов (освобождение пострадавшего от действий тока);

- оценка состояния пострадавшего (определение наличия сознания, пульса и дыхания);
- вызов скорой помощи;
- оказание первой помощи в зависимости от вида повреждений.

Общие правила.

1. Первую помощь следует оказывать **немедленно** и по возможности на месте происшествия. Наилучший эффект достигается в том случае, когда с момента остановки сердца прошло **менее 4 мин**, промедление может привести к гибели пострадавшего.

2. Степень тяжести поражения электрическим током зависит от пути протекания тока через организм человека, от величины напряжения электрического прибора, от физического состояния человека, а также насколько своевременно и качественно будет оказана первая медицинская помощь.

3. При поражениях электрическим током смерть часто бывает клинической (мнимой), поэтому **никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему**, считая его мертвым, если у него отсутствует сердцебиение, пульс. Первую помощь нужно оказывать пострадавшему **всегда**, а вынести заключение о смерти имеет право только врач.

4. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, т. к. отсутствие видимых тяжелых повреждений от электрического тока не исключает возможности последующего ухудшения его состояния.

5. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача независимо от состояния пострадавшего.

Освобождение пострадавшего от источника электротока.

Порядок отключения электроустановки. Отключить электроустановку можно с помощью выключателя, рубильника или другого отключающего аппарата, а также путем снятия предохранителей, разъема штепсельного соединения, создания искусственного короткого замыкания на воздушной линии «набросом», используя токопроводящий элемент, не забывая о собственной электробезопасности.

Если отсутствует возможность быстрого отключения электроустановки, то необходимо принять меры к отделению пострадавшего от токоведущих частей, к которым он прикасается. С этой целью следует использовать один из предлагаемых далее способов. При этом надо, прежде всего, реально оценить сложившуюся ситуацию и свои возможности.

Первый способ. При напряжении до 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода следует воспользоваться канатом, палкой,

доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. При отделении пострадавшего от токоведущих частей нужно действовать одной рукой.

Второй способ. Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей за одежду (если она сухая и отстает от тела), например за полы пиджака или пальто, за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытым одеждой.

Третий способ. Можно оттащить пострадавшего за ноги, при этом оказывающий помощь не должен касаться его обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук, т. к. обувь и одежда могут быть сырыми и являться проводниками электрического тока. Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если ему необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой, должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего резиновый ковер, прорезиненную материю (плащ) или просто сухую материю.

Четвертый способ. Можно также изолировать себя, встав на резиновый ковер, сухую доску или какую-либо не проводящую электрический ток подстилку, сверток сухой одежды и т. п.

Порядок обеспечения искусственного дыхания.

Подготовительные операции.

При отсутствии признаков жизни (при клинической смерти отсутствует дыхание и пульс, зрачки глаз расширены из-за кислородного голодания коры головного мозга) или при прерывистом дыхании следует быстро освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды, очистить рот и начать делать искусственное дыхание и массаж сердца.

Уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность: пол, асфальт или землю. Запрокинуть голову пострадавшего назад для беспрепятственного доступа воздуха в легкие. Чтобы зафиксировать такое положение, надо подложить под плечи валик из свернутой одежды или полотенца. Запрокидывать голову нельзя, если есть подозрение на перелом шеи.

Рекомендации по проведению основных операций при выполнении искусственной вентиляции.

1. Убедившись, что дыхательные пути ничем не забиты, можно приступать к искусственному дыханию методом «рот в рот». Если челюсть раскрыть не удастся из-за спазма, то применяется способ «рот в нос».

2. При методе «рот в рот» нужно одной рукой придерживать открытую челюсть, а другой – плотно зажать нос. Далее сделать глубокий вдох и выдуть

воздух в рот спасаемого. Важно, чтобы губы были плотно прижаты ко рту потерпевшего для исключения «утечки» воздуха между губами. При способе «рот в нос» – все то же самое, только рот нужно плотно закрыть ладонью, а вдвухать воздух в нос.

3. Вдвухать воздух нужно сильно, но плавно. Ни в коем случае не короткими рывками, потому что при таком напоре воздуха диафрагма в горле не откроется, и кислород поступит не в легкие, а в желудок, что может привести к рвоте.

4. Периодичность: 10–12 вдвуханий в минуту или один выдох за 5 с. Далее необходимо делать вдвухание (1...1,5 с), затем отпустить нос и считать до четырех. После чего повторить процедуру, не забывая плотно закрывать нос потерпевшего в моменты вдохов. Считать нужно без излишней торопливости. В случае если легочная реанимация проводится годовалому ребенку, то вдвухание делается чаще – один выдох за 3 с.

5. Необходимо следить за поднятием грудной клетки во время вдвухания – это обязательный контроль за ходом операции. Если грудь не вздымается, значит, воздух в легкие не поступает. Это может говорить о западании языка из-за неправильного положения головы либо о том, что в горле находятся инородные предметы, слюна и т. д.

6. Если воздух все-таки пошел через пищевод и живот надулся, нужно аккуратно надавить на него в верхней точке, чтобы воздух оттуда вышел. Надо быть готовым к появлению рвотных масс – повернуть голову на бок и оперативно прочистить рот.

14.4. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током

По степени опасности поражения людей все помещения подразделяются на четыре класса:

– 1 класс – помещения без повышенной опасности, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность;

– 2 класс – помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием одного из следующих условий:

а) сырости (когда относительная влажность воздуха длительное время превышает 75 %) или токопроводящей пыли;

б) токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и др.);

в) высокой температуры (выше 35 °С);

г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединению с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой;

– 3 класс – особо опасные помещения, которые характеризуются наличием одного из нижеперечисленных условий, создающих особую опасность:

а) особой сырости (при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, когда потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

б) химически активной или органической среды, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

в) одновременно двух или более условий повышенной опасности;

– 4 класс – территории размещения наружных электроустановок, которые по степени опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

В зависимости от климатической среды помещения подразделяются на:

– сухие (нормальные) (с влажностью до 60 %);

– влажные (60 %...75 %);

– сырые (более 75 %);

– особо сырые (с влажностью, близкой к 100 %);

– жаркие (при постоянной температуре выше 35 °С);

– пыльные.

Классификация электрооборудования (электроприемников) по охране труда.

Согласно п. 1.2.17 ПУЭ электроприемники на промышленных предприятиях разделяются на три категории:

– электроприемники 1 категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства (из состава электроприемников 1 категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования);

– электроприемники 2 категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции,

массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;

– электроприемники 3 категории – все остальные электроприемники, не подходящие под определение 1 и 2 категорий.

Электроприемники 1 категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Электроприемники 2 категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников 3 категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают одни сутки.

Причины поражения работающих при эксплуатации электроприемников.

Технические причины: несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения, связанное с дефектами конструкторской документации, изготовления, монтажа и ремонта; неисправности установок, средств защиты и приспособлений, возникающие в процессе эксплуатации.

Организационно-технические причины: несоблюдение технических мероприятий безопасности на стадии эксплуатации (обслуживания) электроустановок; несвоевременная замена неисправного или устаревшего оборудования; использование установок, не принятых в эксплуатацию в предусмотренном порядке (в том числе самодельных).

Организационные причины: невыполнение или неправильное выполнение организационных мероприятий безопасности; несоответствие выполняемой работы заданию.

Организационно-социальные причины: работа в сверхурочное время (в том числе работа по ликвидации последствий аварий); несоответствие работы специальности; нарушение трудовой дисциплины; допуск к работе на электроустановках лиц моложе 18 лет; привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о приеме на работу в организацию; допуск к работе лиц, имеющих медицинские противопоказания.

Человеческий фактор, к которому относятся как психофизиологические, личностные особенности (отсутствие у человека необходимых для данной работы индивидуальных качеств, нарушение его психологического состояния

и др.), так и социально-психологические (неудовлетворительный психологический климат в коллективе, условия жизни и др.).

14.5. Выбор схемы сети и режима нейтрали источника в трехфазных сетях исходя из технологических (производственных) требований и безопасности

Нейтралью называется точка соединения обмоток трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству либо присоединенная к нему через аппараты с большим сопротивлением. При этом выделяют два вида нейтралей: глухозаземленная и изолированная.

Глухозаземленная нейтраль – это нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Изолированная нейтраль – это нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

Сети с изолированной нейтралью целесообразно применять в тех случаях, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень изоляции проводов, а емкость сети относительно земли незначительна. К ним относятся малоразветвленные сети, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором персонала.

Сети с глухозаземленной нейтралью следует применять там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов (из-за высокой влажности, агрессивной среды и пр.), когда нельзя быстро найти или устранить повреждение изоляции либо когда емкостные токи сети из-за значительной ее разветвленности достигают больших значений, опасных для человека. Важной особенностью таких сетей является возможность организации однофазного электроснабжения.

В системах электроснабжения предприятий в основном применяются четырех- и пятипроводные трехфазные сети с глухозаземленной нейтралью и реже – трехпроводные трехфазные сети с изолированной нейтралью.

Особенности защиты человека в зависимости от вида подключения нейтрали.

Наибольшее число электротравм связано с однофазным включением, при котором на протекающий через человека ток влияют режим нейтрали, качество изоляции проводов сети, ее протяженность и т. д.

В трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью петля тока, проходящего через человека, включает в себя, кроме его собственного

сопротивления, сопротивление обуви, пола, заземления нейтрали источника тока. Кроме того, следует иметь в виду, что все эти сопротивления включены в цепь последовательно. Таким образом, при однофазном включении в электрическую сеть с глухозаземленной нейтралью ток, проходящий через тело человека, определяется по формуле

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{з}}},$$

где $R_{\text{ч}}$, $R_{\text{об}}$, $R_{\text{п}}$, $R_{\text{з}}$ – сопротивления тела человека, обуви, пола и заземления нейтрали источника тока соответственно, Ом.

В наиболее неблагоприятных случаях, когда человек стоит на сырой земле или на металлическом полу и в сырой обуви, т. е. когда сопротивление обуви и пола приближается к нулю, а сопротивление заземления по условиям ПУЭ не должно превышать 10 Ом, сила тока, проходящего через тело человека, $I_{\text{ч}} = U_{\text{ф}} / R_{\text{ч}} = 220 / 1000 = 0,22$ А, что является для него смертельным.

Если человек обут в нетокопроводящую обувь (резиновые галоши с сопротивлением 45 кОм) и стоит на изолирующем коврикe или сухом деревянном полу ($R_{\text{п}} = 100$ кОм), то сила тока, проходящего через тело человека, $I_{\text{ч}} = 220 / (1000 + 45\,000 + 100\,000 + 10) = 0,0015$ А.

Сила тока 1,5 мА не опасна для человека, что убедительно доказывает, насколько важную роль для безопасности работающих на электроустановках играют нетокопроводящая обувь и изолирующие полы.

В трехфазной сети с изолированной нейтралью петля тока включает сопротивление самого человека, его обуви, пола, а также сопротивление изоляции проводов сети, которая в исправном состоянии должна быть не менее 0,5 МОм.

В этом случае сила тока, проходящего через тело человека, определяется по формуле

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + \frac{R_{\text{из}}}{3}},$$

где $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом.

Данная формула справедлива в том случае, если сопротивления каждой из фаз относительно земли одинаковы, а емкости фаз одинаковы и малы относительно земли и по величине стремятся к нулю (например, в воздушных сетях небольшой протяженности).

В случае аварийной ситуации, при замыкании одной из фаз на землю ($R_{из} = 0$), человек может оказаться под действием линейного напряжения и сила тока, проходящего через него, $I_ч = 3U_ф/(R_ч + R_{об}) = 1,73 - 220/(1000 + 0) = 0,38$ А.

В производственных условиях изоляция фазных проводов в процессе старения, увлажнения, воздействия агрессивных сред, истирания и повреждения изменяется. Поэтому расчет безопасных условий эксплуатации электроустановок осложняется из-за необходимости учета реальных значений сопротивления изоляции каждой из фаз сети.

При наиболее неблагоприятных условиях, когда человек имеет токопроводящую обувь и стоит на токопроводящем полу, сила тока определяется из выражения

$$I_ч = \frac{U_ф}{R_ч + \frac{R_{из}}{3}} = \frac{229}{1000 + \frac{500000}{3}} = 0,013 \text{ А.}$$

Следовательно, при прочих равных условиях прикосновение человека к одной фазе в сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с глухозаземленной нейтралью.

14.6. Организационные и технические мероприятия, технические способы и средства обеспечения электробезопасности

Управление электрохозяйством предприятия заключается в организации согласованной, надежной и безопасной работы всех составных его частей (электросетей, электроустановок и др.), в координации действий персонала при всех видах проводимых им работ, а также в оперативном обслуживании электроустановок.

Оперативное управление электрохозяйством осуществляется со специального пункта, например, щита управления, диспетчерского пункта, оборудованного средствами связи. На пункте оперативного управления должны быть схемы электроснабжения предприятия, оперативная документация (журналы, бланки нарядов и др.), графики планово-предупредительного ремонта электрооборудования, инструкции, противопожарные средства и средства защиты от поражения электрическим током, комплекты ключей от помещений, где установлены электроустановки.

К оперативному обслуживанию электроустановок допускаются лица, знающие оперативные схемы, должностные и эксплуатационные инструкции, особенности оборудования и прошедшие обучение и проверку знаний в соответствии с требованиями ПУЭ и другими нормативными документами законодательства Республики Беларусь.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, согласно ПУЭ по ТКП 427–2012 (02230), являются:

- назначение лиц, ответственных за безопасное ведение работ;
- оформление работы нарядом-допуском (далее – нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочих мест и на допуск;
- надзор при выполнении работы;
- перевод на другое рабочее место;
- оформление перерывов в работе;
- установление сроков исполнения работ.

Работа в электроустановках производится по наряду, распоряжению и в порядке текущей эксплуатации.

Наряд – это задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы, и др. По нему могут производиться работы в электроустановках, выполняемые со снятием напряжения; без снятия напряжения на ведущих частях и вблизи них.

Распоряжение – задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено ее выполнение. Оно может быть передано непосредственно или с помощью средств связи с последующей записью в оперативном журнале.

Текущая эксплуатация – это проведение оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течение одной смены работ по перечню, оформленному согласно требованиям нормативных документов.

Ответственными за безопасность работ являются:

- лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение;
- допускающий – ответственное лицо из оперативного персонала;

- ответственный руководитель работ (далее – ответственный руководитель);
- производитель работ;
- наблюдатель;
- члены бригады.

Обязанности ответственных за безопасную работу.

Лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение, устанавливает необходимость и объем работы, отвечает за возможность безопасного выполнения, достаточность квалификации ответственного руководителя, производителя работ или наблюдающего, членов бригады, а также формулирует содержание раздела наряда «Отдельные указания». Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется лицам, ответственным за электрохозяйство предприятия (организации).

Допускающий – ответственное лицо, назначаемое из дежурного или оперативно-ремонтного персонала. Он несет ответственность за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствие их мерам, указанным в наряде, характеру и месту работы; за правильность допуска к работе, а также за полноту и качество проводимого им инструктажа; приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах.

Ответственный руководитель, принимая рабочее место от допускающего или осуществляя допуск, отвечает наравне с допускающим за правильную подготовку рабочего места и достаточность выполненных мер безопасности, необходимых для производства работы, в том числе и за достаточность мер, предусмотренных в графе наряда «Отдельные указания». Ему запрещается принимать непосредственное участие в работе по нарядам, кроме случаев, когда он совмещает обязанности ответственного руководителя и производителя работ. Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, в установках до 1000 В – группу не ниже III.

Наблюдающий назначается из неэлектротехнического персонала при выполнении работы в электроустановках по нарядам или распоряжениям. Он контролирует наличие установленных на месте работы заземлений, ограждений, плакатов, запирающих устройств и отвечает за безопасность членов бригады от поражения электрическим током. Ему запрещается совмещать надзор с выполнением какой-либо работы и оставлять бригаду без надзора во время работы. Наблюдающими назначаются лица с группой не ниже III.

Порядок выдачи и оформления наряда.

Наряд выдается оперативному персоналу непосредственно перед началом подготовки рабочего места. Выдавать наряд производителю работ накануне проведения работ не разрешается.

Наряд на работу выписывается в двух экземплярах. Он заполняется под копирку при соблюдении четкости и ясности записей в обоих экземплярах. Исправлений и перечеркиваний написанного текста не допускается.

Допускается передача наряда по телефону лицом, выдающим наряд, старшему лицу из оперативного персонала данного объекта или ответственному руководителю. При этом наряд заполняется в трех экземплярах: один экземпляр заполняет лицо, выдающее наряд, а два – лицо, принимающее его по телефону. При передаче наряда по телефону лицо, выдающее наряд, диктует его текст (в форме телефонограммы), а лицо, принимающее текст, заполняет бланки наряда с обратной проверкой. При этом вместо подписи лица, выдающего наряд, указывается его фамилия, подтверждаемая подписью принимающего текст. Допуск к работе по наряду, переданному по телефону, производится в общем порядке.

При работе по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек: производителя работ и члена бригады. В бригаду, руководимую производителем работ, на каждого ее члена с группой по электробезопасности III может быть включен один человек из электротехнического или электротехнологического персонала с группой I, но общее число членов бригады с группой I должно быть не более двух.

Перед допуском к работе ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим проверяют выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

После проверки подготовки рабочих мест и инструктажа бригады ответственный руководитель работ должен расписаться в предназначенной для этого строке на оборотной стороне наряда (это только при первичном допуске).

В случае, когда ответственный руководитель не назначается, подготовку рабочего места проверяет производитель работ, который расписывается в наряде.

Допуск к работе по наряду.

Допуск бригады заключается в том, что допускающий:

– проверяет соответствие состава бригады и квалификации включенных в нее лиц записи в наряде. Если допускающий не знает фамилий и группы по электробезопасности лиц, включенных в состав бригады, проверка производится по именным удостоверениям;

- прочитывает по наряду фамилии ответственного руководителя, производителя работ, членов бригады и содержание порученной работы; объясняет бригаде, откуда снято напряжение, где наложены заземления, какие части ремонтируемого и соседних присоединений остались под напряжением и какие особые условия производства работ должны соблюдаться; указывает бригаде границы рабочего места; убеждается, что все изложенное им бригадой понято;

- доказывает бригаде, что напряжение отсутствует: в установках напряжением выше 35 кВ – показом наложенных заземлений; в установках напряжением 35 кВ и ниже там, где заземления не видны с места работы, – прикосновением к токоведущим частям рукой после предварительной проверки отсутствия напряжения указателем напряжения или штангой (при наличии заземлений, наложенных непосредственно у места работы, прикосновения к токоведущим частям не требуется);

- сдает рабочее место производителю работ, что с указанием даты и времени в обоих бланках наряда оформляется подписями допускающего и производителя работ.

Допуск к работам по нарядам должен производиться непосредственно на рабочем месте. Один экземпляр наряда должен находиться у производителя работ, а второй – у оперативного персонала в папке действующих нарядов.

Технические требования ОТ к эксплуатации электрооборудования.

Эксплуатация электроустановок должна осуществляться в соответствии с действующим ТКП 181–2009 *Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭ)* с изменением № 1 от 11 марта 2014 г. (введены в действие с 01 июня 2014 г.), а также с «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» (введены в действие с 04 августа 2014 г.) с учетом классов защиты электрооборудования при использовании специальных технических средств и способов.

Конструкции электрооборудования по способу защиты человека от поражения током подразделяются на пять классов защиты:

- класс 0 – электрооборудование, которое имеет рабочую изоляцию, но не имеет элементов для заземления, если это оборудование не отнесено к классам II и III;

- класс 0I – электрооборудование, имеющее рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения этого оборудования к источнику питания;

- класс I – электрооборудование, которое, в отличие от электрооборудования класса 0I, в проводе для присоединения к источнику питания имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом;

- класс II – электротехническое оборудование, имеющее двойную или усиленную изоляцию, но не имеющее элементов для заземления;
- класс III – электрооборудование, которое не имеет ни внешних, ни внутренних электрических цепей напряжением выше 42 В.

Особенности мер безопасности при выполнении работ.

Работы в электроустановках, согласно требованиям ПУЭ, подразделяются на выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части ее), в которой с токоведущих частей снято напряжение, т. е. произведено отключение. При этом для электроустановок с напряжением до 1000 В должны быть выполнены следующие мероприятия:

- после отключения электроустановки с помощью ручного привода или путем снятия предохранителей приняты меры, препятствующие подаче напряжения на рабочее место при ошибочном или самопроизвольном включении аппаратуры управления;
- на приводах ручного и ключах дистанционного управления аппаратурой вывешены запрещающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты персонала от поражения электрическим током;
- установлены переносные заземлители и вывешены предупреждающие или предписывающие плакаты;
- ограждены рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части электроустановок.

Работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполняться не менее чем двумя лицами, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные – не ниже III.

Без применения электрозащитных средств запрещается прикасаться к изоляторам электроустановки, находящейся под напряжением.

Назначение и принцип действия заземления.

Согласно ТКП 339–2011 (02230) *Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства*

распределительные и трансформаторные подстанции, установки электро-силовые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний, утвержденному и введенному в действие постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 23 августа 2011 г. № 44, дается определение не только термину «заземление», но и производным от него терминам:

- заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством;
- заземление защитное – заземление, выполненное в целях электробезопасности;
- заземление функциональное (рабочее, технологическое) – заземление точки или точек системы, или установки, или электрооборудования в целях, отличных от целей электробезопасности.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. е. при «замыкании на корпус».

Принцип действия защитного заземления – снижение напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения.

Области применения защитного заземления – трехфазные трехпроводные электросети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любой нейтралью.

Занулением называют способ защиты человека от поражения током автоматическим отключением поврежденного участка сети и одновременно снижением напряжения на корпусах оборудования на время, пока не сработает отключающий аппарат (плавкие предохранители, автоматы и др.). Это – преднамеренное соединение с нулевым защитным проводником металлических нетокопроводящих частей, которые могут оказаться под напряжением.

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

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

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности отдельных видов воздействия электрического тока на человека. Факторы, влияющие на исход электрического поражения.
2. Нормативная база для обеспечения ОТ при использовании электроустановок.
3. Электрическое сопротивление тела человека. Зависимость тяжести поражения током от особенностей человека и среды.
4. Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока. Порядок обеспечения искусственного дыхания.
5. Освобождение пострадавшего от источника электротока.
6. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током. Классификация электрооборудования (электроприемников) по ОТ.
7. Причины поражения работающих при эксплуатации электроприемников.
8. Выбор схемы сети и режима нейтрали источника в трехфазных сетях исходя из технологических (производственных) требований и безопасности. Особенности защиты человека в зависимости от вида подключения нейтрали.
9. Организационные и технические мероприятия, технические способы и средства обеспечения электробезопасности.
10. Порядок выдачи и оформления наряда.
11. Технические требования ОТ к эксплуатации электрооборудования.
12. Назначение и принцип действия заземления, зануления и защитного отключения.

15. ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

15.1. Основные понятия пожарной безопасности

При рассмотрении вопросов пожарной безопасности используется ГОСТ 12.1.033–81 *Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения.*

Пожарная опасность – это возможность возникновения и/или развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе.

Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

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

Пожár – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных.

Горение – экзотермическая реакция окисления вещества, сопровождающаяся по крайней мере одним из трех факторов: пламенем, свечением, выделением дыма.

Загорание – неконтролируемое горение вне специального очага без нанесения ущерба.

Воспламенение – самовозгорание, сопровождаемое пламенем.

Угроза пожара (загорания) – это ситуация, сложившаяся на объекте, которая характеризуется вероятностью возникновения пожара, превышающей нормативную.

Причина пожара (загорания) – это явление или обстоятельство, непосредственно обуславливающее возникновение пожара (загорания).

Очаг пожара – это место первоначального возникновения пожара.

Вероятность возникновения пожара (загорания) – это математическая величина возможности появления необходимых и достаточных условий возникновения пожара (загорания).

Опасный фактор пожара – это фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

Ущерб от пожара – это жертвы пожара и материальные потери, непосредственно связанные с пожаром.

Жертва пожара – это погибший человек, смерть которого находится в прямой причинной связи с пожаром.

Развитие пожара – это увеличение зоны горения и/или вероятности воздействия опасных факторов пожара.

Локализация пожара – это действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидация пожара – это действия, направленные на окончательное прекращение горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения.

Тушение пожара – это процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара.

Огнетушащее вещество – это вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Минимальная огнетушащая концентрация средств объемного тушения – это наименьшая концентрация средств объемного тушения в воздухе, которая обеспечивает мгновенное тушение диффузионного пламени вещества в условиях опыта.

План пожаротушения объекта – это документ, устанавливающий основные вопросы организации тушения развившегося пожара на объекте.

Система противопожарной защиты – это совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Огнезащита – это снижение пожарной опасности материалов и конструкций путем специальной обработки или нанесения покрытия (слоя).

Огнезащитное вещество (смесь) – это вещество (смесь), обеспечивающее огнезащиту.

Огнезащитное изделие (материал, конструкция) – это изделие (материал, конструкция), пониженная пожарная опасность которого является результатом огнезащиты.

Огнепреграждающая способность – это способность средств защиты препятствовать распространению горения.

Противодымная защита – это комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей дыма, повышенной температуры и токсичных продуктов горения.

Противопожарное водоснабжение – это комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора и транспортирования воды, хранения ее запасов и использования их для пожаротушения.

План эвакуации при пожаре – это документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей,

а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара.

Пожарная профилактика – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара.

Правила пожарной безопасности – это комплекс положений, устанавливающих порядок соблюдения требований и норм пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации объекта.

Противопожарное состояние объекта – это состояние объекта, характеризующее число пожаров и ущербом от них, числом загораний, а также травм, отравлений и погибших людей, уровнем реализации требований пожарной безопасности, уровнем боеготовности пожарных подразделений и добровольных формирований, а также противопожарной агитации и пропаганды.

Первоначальным очагом пожара может быть небольшой участок или предмет, а по мере развития пожара может стать все помещение, охваченное огнем.

Динамика пожара – это процесс развития пожара во времени и пространстве, сопровождающийся воздействием его опасных факторов на окружающую среду. Зная законы динамики пожара, можно прогнозировать обстановку и предвидеть ее изменение в ходе развития пожара.

При пожаре происходят следующие процессы:

- горение с выделением теплоты, света и продукта сгорания;
- газообмен (массообмен) под воздействием конвенционных потоков горячих и холодных газов, обеспечивающий доставку в зону горения окислителя и отвод из нее продуктов сгорания;
- передача теплоты из зоны горения в окружающее пространство (опасность загорания рядом стоящих объектов).

Пожар развивается на определенной площади или в объеме и может быть условно разделен на три зоны:

1) зона горения – занимает часть пространства, в котором протекают процессы термического разложения горючих материалов в объеме диффузионного факела пламени;

2) зона теплового воздействия – прилегающая к зоне горения часть пространства, в пределах которого протекают процессы теплообмена между поверхностью пламени и окружающими строительными конструкциями и горючими материалами;

3) зона задымления – зона, где продукты сгорания поднимаются над зоной горения в виде тепловой струи и образуют в верхней зоне под перекрытием слой дыма.

Особенности фаз развития пожара.

Общая схема развития пожара включает несколько фаз.

Начальная фаза включает переход возгорания в пожар (1...3 мин) и рост зоны горения (5...6 мин). Характеризуется тем, что при повышении средне-объемной температуры до 200 °С расход приточного воздуха увеличивается, а затем постоянно снижается (закрытые помещения). К концу первой фазы резко возрастает температура в зоне горения, пламя распространяется на большую часть горючих материалов и конструкций, стремительно увеличивается высота факела, значительно уменьшается концентрация кислорода и, соответственно, увеличивается концентрация оксида и диоксида углерода и других продуктов сгорания, температура достигает максимума.

Вторая фаза (30...40 мин) – стадия объемного развития пожара. В связи с ростом температуры наступают пределы огнестойкости некоторых конструкций (прогрев, образование сквозных трещин, обрушение), возникает угроза распространения пожара на соседние здания и сооружения. При этом создаются наиболее опасные условия для людей, находящихся в горящем здании, вследствие быстрого распространения огня в смежные помещения и вышележащие этажи, а также накопления токсичных продуктов сгорания.

При третьей (затухающей) фазе пожара скорость выгорания материалов резко падает и начинается процесс догорания и тления деревянных конструкций, предметов домашнего обихода, тканевых и обивочных материалов. Температура среды длительное время остается высокой. В период охлаждения могут разрушиться отдельные конструкции здания, например, навесные панели.

Самовозгорание как источник пожаров и взрывов.

Самовозгорание – резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения. Оно является результатом самонагревания веществ, заканчивающегося тлением или пламенным горением. Процесс самонагревания веществ вызывается различными причинами. Это могут быть микробиологические процессы в соответствующей питательной среде, воздействие высокой температуры на вещество, выделение тепла в результате химических реакций.

Микробиологические процессы окисления – основная причина самовозгорания веществ растительного происхождения, например, недосушенных сена, опилок, листьев. Микробиологическими же процессами объясняется самовозгорание фрезерного торфа, жизнедеятельность бактерий и грибов в котором может начаться уже при 10 °С...18 °С и заканчивается при 70 °С. Питательной средой для бактерий служат водорастворимые вещества, образующиеся в результате распада растений.

Тепловое самовозгорание присуще дисперсным веществам, обладающим сильно развитой поверхностью, способным адсорбировать кислород и вступать с ним в реакцию, а теплообмен веществ с внешней средой не является интенсивным. К тепловому самовозгоранию склонны ископаемые угли (бурый и каменный), хранящиеся в кучах или штабелях. Причины самовозгорания – способность углей окисляться и адсорбировать пары и газы при низких температурах, что обусловлено степенью их измельчения, а также наличием в них примесей – пирита и влаги.

При химическом самовозгорании большое значение имеет скорость химической реакции. Недостаточный теплоотвод способствует нагреву материала в результате окислительных процессов и, соответственно, достижению критических условий возникновения горения или тления.

Самовозгорающиеся химические вещества можно разделить на три основные группы:

- 1) вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии с воздухом;
- 2) вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии с водой;
- 3) вещества, самовозгорающиеся при взаимодействии друг с другом.

15.2. Пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов, номенклатура и применяемость показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов

При определении пожаровзрывоопасности веществ и материалов различают:

– газы – вещества, в которых кинетическая энергия теплового движения молекул значительно превосходит потенциальную энергию взаимодействий между ними;

– жидкости – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25 °С и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа. К жидкостям относят также твердые плавящиеся вещества, температура плавления и каплепадения которых меньше 50 °С;

– твердые вещества и материалы – индивидуальные вещества и их смесевые композиции с температурой плавления или каплепадения больше 50 °С, а также вещества, не имеющие температуры плавления (например, древесина, ткани и т. п.);

– пыль – диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Группы горючести являются классификационной характеристикой при оценке пожаровзрывоопасности и используются для оценки веществ и

материалов, определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, при разработке мероприятий по пожарной безопасности и др.

По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы:

1) негорючие (несгораемые) – вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Они могут быть пожаровзрывоопасными, например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;

2) трудногорючие (трудносгораемые) – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

3) горючие (сгораемые) – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Особенности самовозгорания веществ при взаимодействии.

Источниками кислорода в условиях пожара могут быть твердые и жидкие окислители, например, пероксиды водорода, натрия, калия, хлораты и перхлораты, нитраты и др. Значительный экзотермический эффект, сопровождающий разложение пероксида водорода, вызывает интенсивный разогрев парогазовой смеси.

Пероксид водорода разлагается диоксидами марганца, хрома и цинка. В присутствии концентрированного пероксида водорода спирты, кетоны, ароматические углеводороды и другие вещества самовозгораются и весьма становятся чувствительными к нагреванию.

Концентрированная азотная кислота вызывает самовозгорание многих горючих веществ. В присутствии серной кислоты ее окисляющее действие усиливается. Концентрированная азотная кислота при взаимодействии со многими металлами восстанавливается до диоксида азота, разбавленная до оксинитрида азота, которые, в свою очередь, химически активны. Известно, что продукты взаимодействия азотной кислоты с органическими веществами обладают более пожароопасными свойствами. Например, взаимодействие азотной кислоты с гликолями и глицеринами приводит к образованию взрывчатых веществ – сложных эфиров.

Сильным окислителем является серная кислота. Разбавленная кислота растворяет металлы и при этом выделяется водород, а взаимодействие ее со щелочными и щелочноземельными металлами сопровождается самовозгоранием. Концентрированная кислота, взаимодействуя с металлами, может образовывать диоксид серы, серу, сульфид водорода. Большая часть органических веществ в присутствии этой кислоты обугливается.

Присутствие кислоты усиливает пожароопасные свойства таких окислителей, как перманганат калия, хлорат калия, нитраты и др.

Сильными газообразными окислителями являются фтор, бериллий и их соединения. Фтор вызывает самовозгорание всех органических веществ. При нагревании в нем горят практически все металлы, песок, стеклянная вата, асбест, бетон. В среде фтора самовозгораются бром, йод, сера, теллур, фосфор, мышьяк, сурьма, щелочные и щелочноземельные металлы и др.

В атмосфере хлора горят многие органические вещества, металлы и др. При его взаимодействии с органическими жидкостями выделение большого количества тепла способствует испарению жидкости и образованию взрывоопасных смесей. Жидкий хлор более опасен, чем газообразный. Бром уступает по активности фтору и хлору. Его пары вызывают самовозгорание некоторых органических веществ.

Щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий, цезий), окисляясь на воздухе, самовозгораются с образованием надпероксидов металлов с выделением значительных объемов тепла.

Сульфиды щелочных (например, калия) и щелочноземельных металлов (например, кальция), окисляясь на воздухе, могут самовозгораться. Гидроксиды металлов с кислородом воздуха образуют пероксиды водорода. Негорючий гидросульфит натрия в этих условиях образует серу, способную к воспламенению. К характерным представителям данной группы относятся белый и красный фосфор. Легко самовозгораются на воздухе, особенно в присутствии влаги, аэрогели алюминия и цинка. Взрывчатые смеси образуют на воздухе алюминиевая и магниевая пудра. Диэтиловый эфир способен самовозгораться на воздухе, что связано с образованием пероксидов.

Самовозгорание олиф, растительных масел (льняного, подсолнечного и др.) связано с их химическим строением, т. к. они представляют собой смесь глицеридов жирных кислот, в том числе и непредельных – олеиновой, линолевой, линоленовой. Наличие в молекулах двойных связей и является причиной окисления указанных кислот при обычных температурах. Кроме того, самовозгоранию способствует полимеризация глицеридов непредельных кислот – экзотермический процесс, происходящий при низких температурах.

В связи со способностью масел и жиров самовозгораться наибольшую опасность представляют промасленная одежда и обтирочные материалы, загрязненные растительными маслами. При большой поверхности загрязнения резко ускоряются реакции окисления и полимеризации. Подобные процессы нагревания начинаются при 10 °С...15 °С и продолжаются 2...3 ч.

15.3. Причины пожаров на производстве. Опасные факторы пожара: первичные, вторичные

Основными причинами пожаров на производстве являются:

- нарушение технологического регламента (процесса); нарушение требований пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных и других огневых работ;
- нарушение правил хранения, использования, изготовления и транспортировки веществ и материалов;
- нарушение правил монтажа, устройства и эксплуатации электросетей и электрооборудования;
- конструктивные недостатки электрооборудования, теплогенерирующих агрегатов и устройств;
- нарушение правил устройства, монтажа и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и устройств; неосторожное обращение с огнем; курение в неустановленных местах.

В отдельных случаях причиной пожаров могут явиться действия сил природы: грозовые разряды, солнечные лучи и др.

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

К проявлениям опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальные ценности, относятся:

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;
- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
- огнетушащие вещества.

Сущность понятия «взрыв».

В условиях промышленного производства под взрывом следует понимать быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некоторое расстояние от источника. Взрыв связан с интенсивным ростом давления в окружающей среде. При этом происходят «хлопки», сопровождающиеся сильным звуковым эффектом.

Ударная волна обладает разрушительной способностью, если избыточное давление в ней превышает 15 кПа. Она распространяется в газовой среде перед фронтом пламени со скоростью звука 330 м/с. Разрушающее давление порядка 30 кПа достигается при скорости распространения пламени 150...200 м/с.

Взрывное горение может перейти в детонационный процесс, при котором скорость распространения пламени превышает скорость звука и достигает 1...5 км/с.

Детонация – это процесс химического превращения системы «окислитель – восстановитель», представляющий собой совокупность ударной волны, распространяющейся с постоянной скоростью, превышающей скорость звука, и следующей за фронтом зоны химических превращений исходных веществ.

Опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара: ударная волна, во фронте которой давление превышает допустимое значение; пламя; обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания и сооружения и их разлетающиеся части; образовавшиеся при взрыве и (или) выделившиеся из поврежденного оборудования вредные вещества, содержание которых в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимые концентрации.

Оценка взрывоопасности газопаровоздушных смесей.

В нормативных документах МЧС Республики Беларусь применяется понятие «критический зазор (диаметр)». С ним связано определение категории взрывоопасной смеси, которая характеризует способность газопаровоздушной смеси передавать взрыв через узкие щели и фланцевые зазоры.

В соответствии с ГОСТ 30852.11–2002 взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на категории взрывоопасности в зависимости от величины безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ) и значения соотношения минимального тока воспламенения испытуемого газа или пара к минимальному току воспламенения (МТВ) метана.

Сущность показателя БЭМЗ – это максимальный зазор, через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе. Он определяется экспериментальным путем.

Согласно нормативным документам дается оценка двух видов взрывоопасных смесей с использованием маркировок:

- 1 – метан на подземных горных работах;
- 11 – газы и пары, за исключением метана на горных работах.

15.4. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

В соответствии с ТКП 474–2013 (02300) *Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности*, утвержденным постановлением МЧС Республики Беларусь от 29 января 2013 г. № 4 с изменениями от 27 марта 2015 г. № 1 (постановление № 13) и от 16 августа 2016 г. № 2 (постановление № 50), обеспечивается пожаровзрывобезопасность объекта с учетом категорий помещений и их рабочих зон для работающих.

Пожароопасная зона – это открытое пространство, в котором могут находиться горючие вещества как при нормальном технологическом процессе производства, так и при возможных его нарушениях.

Взрывоопасная зона – это пространство, где имеются или могут появиться взрывоопасные смеси. В ее пределах на исполнение электрооборудования накладываются ограничения с целью уменьшения вероятности возникновения взрыва, вызванного электрооборудованием.

Классификация помещений и зданий согласно ТКП 474–2013.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1–В4, Г1, Г2, Д, а здания – на категории А, Б, В, Г и Д. По взрывопожарной и пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории АН, БН, ВН, ГН, ДН.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Категория А (повышенная взрывопожароопасная). На объекте находятся вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом. Это – горючие газы (ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Категория Б (взрывопожароопасная). На объекте находятся горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Классификация строительных элементов зданий по огнестойкости.

С 1 сентября 2018 г. действует ТКП 45-2.02-315–2018 *Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования*, утвержденный приказом Минстройархитектуры Республики Беларусь от 14 февраля 2018 г. № 41. Согласно этому ТКП огнестойкость зданий, а также частей зданий, выделенных противопожарными стенами I типа (пожарных отсеков), характеризуется степенью огнестойкости. В соответствии с требованиями СНБ 2.02.01–98 *Пожарно-техническая классификация зданий и сооружений, строительных конструкций и материалов* здания делятся на восемь степеней огнестойкости в зависимости от значений пределов огнестойкости и классов пожарной опасности основных строительных конструкций.

Нормирование зданий и сооружений по степеням огнестойкости необходимо для обеспечения требований системы противопожарной защиты в части ограничения распространения пожара за пределы очага, а также коллективной защиты людей и материальных ценностей в зданиях и сооружениях.

По функциональному назначению здания подразделяются на следующие классы: Ф1 – здания для постоянного и временного проживания; Ф2 – зрелищные и культурно-просветительские учреждения; Ф3 – предприятия по обслуживанию населения; Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации; Ф5 – производственные и складские здания, сооружения и помещения (Ф5.1 – производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские; Ф5.2 – складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения; Ф5.3 – сельскохозяйственные здания; Ф5.4 – административные и бытовые здания предприятий).

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса: К0 – непожароопасные, К1 – малопожароопасные, К2 – умереннопожароопасные, К3 – пожароопасные.

Класс пожарной опасности представляет собой классификационную характеристику пожарной опасности конструкции и определяется по результатам стандартных испытаний.

Категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (АН);
- 2) взрывопожароопасность (БН);

- 3) пожароопасность (ВН);
- 4) умеренная пожароопасность (ГН);
- 5) пониженная пожароопасность (ДН).

Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки).

Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и (или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки).

Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и (или) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна), вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки).

Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и по вышеперечисленным критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН.

Определение категорий наружных установок по пожарной опасности осуществляется путем последовательной проверки их принадлежности к категориям от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

15.5. Пожарная безопасность объекта: система предотвращения пожара, система противопожарной защиты, организационно-технические мероприятия

Мероприятия по противопожарной защите на предприятиях и в организациях регламентируются Законом Республики Беларусь «О пожарной безопасности» (в редакции от 11 ноября 2019 г. № 251-3), стандартами, строительными нормами и правилами, правилами пожарной безопасности.

Система пожарной безопасности в Республике Беларусь состоит из комплекса социальных, организационных, научно-технических и правовых мер, сил и средств пожарной службы, направленных на предупреждение и ликвидацию пожаров.

Система предотвращения пожара.

Система предотвращения пожара включает мероприятия по пожарной профилактике, которые подразделяются на организационные, технические, режимные, эксплуатационные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования зданий, территории, своевременный инструктаж работающих по пожарной опасности, проведение занятий по пожарно-техническому минимуму, создание добровольных пожарных дружин, проверку их готовности к пожаротушению, тренировки, создание пожарно-технических комиссий и др. Предприятия должны быть обеспечены общеобъектовыми противопожарными инструкциями, регламентирующими особенности содержания дорог, противопожарных разрывов, подъездов к зданиям и источникам воды, хранение веществ и материалов, режим курения, содержание средств пожаротушения в исправном состоянии, вызов пожарной охраны.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных норм и правил при конструировании и проектировании зданий, оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, строгий контроль за соблюдением правил эксплуатации оборудования и правил и инструкций по противопожарной безопасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров.

К мерам пожарной профилактики при проектировании и строительстве относятся: повышение огнестойкости зданий и сооружений; зонирование территории (планировка с учетом признаков пожарной опасности); противопожарные разрывы; противопожарные преграды; обеспечение безопасных путей эвакуации (не менее двух выходов); удаление из помещения дыма при пожаре (применение аэрационных фонарей, дымовых люков, легкообра-

сываемых конструкций); соблюдение противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Мероприятия режимного характера регулируют режим и правила работы. Курение допускается только в специально отведенных местах, оборудованных урнами и емкостями с водой. В этих местах должны быть вывешены надписи «Место для курения».

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные ремонты, осмотр, испытания оборудования.

15.6. Технические средства противопожарной защиты: автоматические установки пожарной сигнализации и тушения пожара

Под средствами противопожарной защиты понимают технические средства, которые используются для обнаружения, локализации и ликвидации пожара, защиты людей, имущества и окружающей среды от действия опасных факторов пожара.

Важным компонентом эффективного пожаротушения является обоснованный выбор способов и средств пожаротушения. Выбор средств пожаротушения зависит от технологии производства и физико-химических свойств применяемого сырья, полупродуктов и продуктов; от условий, исключающих возникновение вредных побочных явлений при взаимодействии огнетушащего средства с горящим веществом (например, взрывов, образования токсических газов и др.), а также от условий протекания процесса горения и технических возможностей, используемых для тушения пожара.

При тушении пожаров широкое применение находят такие вещества, как вода, ее пары, а также другие жидкости, газы, порошки некоторых веществ, обладающих наиболее эффективным огнетушащим действием.

Огнетушащее вещество – это вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения. Огнетушащие вещества могут быть в твердом, жидком или газообразном состоянии (ГОСТ 12.1.033).

При выборе вещества для пожаротушения необходимо учитывать его совместимость с горящим материалом, т. е. исключить возможность возникновения взрыва, выделений ядовитых, коррозионно-активных и других веществ в зоне пожара.

Наиболее распространенным средством пожаротушения является вода. Она обладает высокой теплоемкостью (теплота парообразования составляет 2258 Дж/г), повышенной термической стойкостью (свыше 1700 °С),

значительным увеличением объема при парообразовании (1 кг воды образует при испарении свыше 1700 л пара).

Вода обладает тремя важными свойствами для огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения и изолирует горючие вещества от зоны горения. Её применяют для тушения твердых горючих материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов (технологических установок, аппаратов, сооружений, зданий и др.), расположенных вблизи очагов горения.

Применение твердых огнетушащих веществ – порошков.

Твердые огнетушащие вещества в виде порошков обладают высокой огнетушащей эффективностью. Они способны подавлять горение металлов и металлоконструкций, металлоорганических соединений, пирофорных веществ и газового пламени, также различных веществ, не поддающихся тушению водой или пеной.

Принцип тушения порошковыми составами заключается либо в изоляции горящих материалов от воздуха, либо в изоляции паров и газов от зоны горения. Кроме того, порошковые составы при поступлении в очаг горения способны ингибировать пламя. Поэтому огнетушащий эффект, например, порошков на основе бикарбонатов щелочных металлов значительно превышает эффект охлаждения или разбавления диоксидом углерода, выделяющимся при разложении этих порошков.

В настоящее время выпускаются и используются в пожаротушении порошки следующего состава:

- ПСБ (бикарбонат натрия, 10 % талька, 1 %...2 % кремнийорганической добавки АМ-1-300);
- ПС (углекислый натрий, 2,5 % стеарата металла, 1 % графита);
- П-1А (фосфорно-аммонийные соли с добавками АМ-1-300);
- СИ-2 (силикагель марки МСК, ШСК или КСК 50 %, хладон 114В2 50 %);
- ПФ (фосфорно-аммонийные соли, 5 % талька, 1 %...2 % АМ-1-300).

Порошки состава ПСБ и ПФ способны создавать огнетушащее облако и предназначены для тушения пожаров углеводородов, древесины и электрооборудования.

Порошки же типа ПС создают на поверхности горящих материалов изолирующий слой и предназначены для тушения металлов, металлоорганических соединений.

Достоинства данных порошков – высокая эффективность и универсальность применения, а также возможность использования при отрицательных температурах.

Недостаток их применения – слеживаемость и комкование.

Автоматические стационарные системы пожаротушения.

Согласно СНБ 2.02.05.04 *Пожарная автоматика* к автоматическим стационарным системам пожаротушения (АССПТ) относятся установки, в которых все элементы смонтированы и находятся постоянно в готовности к действию. Стационарными установками оснащаются здания, сооружения, технологические линии, группы или отдельное технологическое оборудование. Они имеют, как правило, автоматическое местное или дистанционное включение и одновременно выполняют функцию автоматической пожарной сигнализации.

Спринклерная установка состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнального клапана, магистральных и распределительных водопроводов, спринклерных головок. Головки, ввернутые в распределительный водопровод, размещают под потолком помещения из условия орошения одним спринклером 9...12 м² площади пола помещения. Выходное отверстие головки закрыто клапаном и легкоплавкой пробкой. При повышении температуры до 720 °С пробка расплавляется, клапан выбрасывается и вода разбрызгивается розеткой. При этом обеспечивается высокое быстродействие установки, т. к. вода в распределительном водопроводе постоянно находится под давлением.

Принцип работы отдельных видов извещателей.

Главным узлом АСУПТ является устройство обнаружения и пуска. В некоторых моделях эти функции разделяют на два устройства, но преимущественно они выполняются одним прибором.

В случае, если сигнал, идущий от датчика, недостаточно мощен, чтобы активировать один или сразу несколько отдельных модулей системы, дополнительный заряд может быть выработан пиротехническим источником тока или с задействованием энергии, накопленной в аккумуляторной батарее.

Дымовые извещатели – извещатели, реагирующие на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра. Они могут быть точечными, линейными, аспирационными и автономными.

Наиболее широко на практике сегодня используются пожарные извещатели типа ДИП (ДИП-1, ДИП-2), работающие по принципу регистрации фотоприемником отраженного от частиц дыма света, и радиоизотопные извещатели дыма типа РИД (РИД-1, РИД-6М), в которых в качестве чувствительного элемента применяется ионизационная камера.

Широкое распространение получили также оптико-электронные дымовые пожарные извещатели марок ИП212-41М, ИП212-50М, ИП212-45, ИП212-41М, ИПД-3 и комбинированные с температурными датчиками

типов ИП212-5МС, ИП212-5МК, ИП212-5МКС или тепловыми типом ИП105-03-А1М, ИП105-03-А2М.

Особенности применения устройств обнаружения пожара и запуска АСУПТ.

Количество автоматических пожарных извещателей определяется необходимостью обнаружения загораний по всей контролируемой площади помещений (зон), а количество извещателей пламени – и площадью оборудования.

В состав автономных установок, как правило, входит также устройство ручного управления, позволяющее активировать устройство до того, как температура в помещении достигнет критической отметки. Зачастую человеку удается раньше зафиксировать признаки начинающегося пожара, чем это сделает система датчиков.

Для обычных тепловых извещателей, подключенных к автоматическим системам водного пожаротушения, допустимое время для срабатывания тепловых датчиков составляет от 58 до 1740 с с момента возгорания. Еще 600 с дается для включения оросителя, что в сумме составит 8...10 мин для активации системы.

Более чувствительны дымовые датчики, их инерционность не превышает 10 с. Дым появляется уже на первых этапах горения и даже при процессе тления, быстро попадает в зоны действия извещателей, находящихся у потолка. Это позволяет значительно сократить процесс идентификации очага возгорания и передачи соответствующих команд для активации системы.

Размещение точечных тепловых и дымовых пожарных извещателей следует производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении.

Отдельные виды устройств обнаружения пожара не обеспечивают стопроцентную надежность. Поэтому правилами противопожарной безопасности рекомендуется устанавливать комбинированные системы, которые могли бы сопоставлять информацию различных модальностей и давать качественный и оперативный ответ.

15.7. Первичные средства пожаротушения

К первичным средствам пожаротушения относятся внутренние пожарные краны, огнетушители, песок, полотно противопожарное, бочки с водой. Они применяются для тушения небольших очагов пожара.

Согласно ППБ Республики Беларусь 01-2014, утвержденным постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5), для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря в

производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения, а также на территории предприятий, не имеющих наружного противопожарного водопровода, или при удалении зданий (сооружений), наружных технологических установок этих предприятий на расстояние более 100 м от наружных пожарных водоисточников должны быть оборудованы пожарные щиты.

Необходимое количество пожарных щитов определяется по соответствующим таблицам ППБ Республики Беларусь 01–2014 в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой одним пожарным щитом площади помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок и класса пожара.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем также в соответствии с таблицами, приведенными в ППБ Республики Беларусь 01–2014.

Емкости для хранения воды, устанавливаемые рядом с пожарным щитом, должны иметь объем не менее 0,2 м³ и комплектоваться ведрами вместимостью не менее 0,008 м³ (8 л). Заполнение емкостей для воды должно быть обеспечено в пожароопасный период. Емкости должны быть окрашены в красный цвет и иметь надпись белым цветом «Для тушения пожара». Не реже 1 раза в 10 дней вода должна пополняться, а 1 раз в квартал – полностью меняться.

Противопожарная система водоснабжения объектов.

Согласно Правилам пожарной безопасности Республики Беларусь (ППБ Республики Беларусь 01–2014), утвержденным постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5), на каждом объекте должна быть общая схема противопожарного водоснабжения с указанием всех пожарных водоемов (мест забора воды из них), гидрантов, задвижек, диаметров труб на участках водопроводной сети, которая вывешивается в пожарной насосной станции и помещении пожарного поста. В помещении пожарной насосной станции также должны быть вывешены схема обвязки насосов и инструкции по их эксплуатации.

Не допускается:

– отключать участки водопроводной сети с установленными на них пожарными гидрантами и кранами, а также снижать напор в сети ниже требуемого для пожаротушения. При выходе из строя насосных станций, проведении ремонтных работ или аварии об этом должны немедленно

уведомляться соответствующие районные (городские) отделы по чрезвычайным ситуациям;

- проводить дополнительные подключения к сети противопожарного водоснабжения, связанные с увеличением расхода воды и понижением давления в сети, без разработки проектной документации и последующего проведения наружных испытаний на обеспечение требуемого расхода;

- демонтировать пожарные гидранты и краны;

- засыпать песком, грунтом и т. п., покрывать асфальтом или бетоном крышки люков пожарных гидрантов.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода должны быть укомплектованы пожарными рукавами и стволами, помещенными в пожарные шкафы. Рукава должны быть присоединены к пожарному крану и стволу.

Углекислые газовые огнетушители.

К газовым огнетушителям относятся углекислотные, в которых в качестве огнетушащего вещества применяют сжиженный диоксид углерода (углекислоту), а также аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые, в качестве заряда в которых применяют галоидированные углеводороды, при подаче которых в зону горения тушение наступает при относительно высокой концентрации кислорода (14 %...18 %).

Углекислотные огнетушители выпускаются как ручные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8), так и передвижные (ОУ-15, ОУ-80). Ручные огнетушители одинаковы по устройству и состоят из стального высокопрочного баллона, в горловину которого ввернуто запорно-пусковое устройство вентильного или пистолетного типа, сифонной трубки, которая служит для подачи углекислоты из баллона к запорно-пусковому устройству, и раструба-снегообразователя. В огнетушителе ОУ-8 раструб присоединяется к запорной головке через бронированный шланг длиной 0,8 м. Баллоны огнетушителей заполнены углекислотой под давлением 6...7 МПа.

Пенные огнетушители.

Пенные огнетушители по конструкции подразделяются на химические, воздушно-пенные и жидкостные для подачи воздушно-механической пены в зону пожара. Наибольшее применение получили огнетушители ОХП-10, ОП-М и ОП-9ММ (густопенные химические). Химические пенные огнетушители предназначены для тушения загораний химической пеной, которая образуется внутри огнетушителя в результате реакции между щелочным составом, залитым в стальной корпус огнетушителя, и кислотным на основе серной кислоты, залитым в полиэтиленовый стакан, помещенный в верхней части корпуса.

Порошковые огнетушители типов ОП и ОСП.

Порошковый огнетушитель ОП-1 «Спутник» емкостью 1 л используется при тушении небольших возгораний на автомобилях. Состоит из корпуса, сетки и крышки, изготовленных из полиэтилена. В огнетушителях этого типа используются порошковые составы: ПСБ (88 % бикарбоната натрия с добавлением 10 % талька марки ТКВ, стеаратов металлов (железа, алюминия, магния кальция, цинка) – 9 %), ПФ (фосфорно-аммонийные соли с добавками), предназначенные для тушения древесины, горючих жидкостей и электрооборудования, СИ-2 (сидикагель с наполнителем) – для тушения нефтепродуктов и пиррофосфорных соединений.

При использовании ОП-1 снимают крышку огнетушителя и через сетку порошок распыливают на очаг горения. Образующееся порошковое облако изолирует кислород воздуха и ингибирует горение.

Порошковый огнетушитель ОП-10 содержит в тонкостенном десятилитровом баллоне порошок ПС-1 (углекислый натрий с добавками). Подается с помощью сжатого газа (азот, диоксид углерода, воздух), хранящегося в дополнительном баллончике емкостью 0,7 л под давлением 15 МПа. Применяется для тушения возгораний щелочных металлов (лития, кадия, натрия) и магниевых сплавов.

Огнетушитель самосрабатывающий порошковый типа ОСП представляет собой герметичный стеклянный сосуд диаметром 50 мм длиной 440 мм, заполненный огнетушащим порошком массой 1 кг. Устанавливается над местом возможного загорания с помощью металлического держателя. Он срабатывает при нагреве до 100 °С (ОСП-1) и до 200 °С (ОСП-2). Защищаемый объем – до 9 м³.

15.8. Общие требования пожарной безопасности к промышленным предприятиям: содержание территории, зданий (сооружений), помещений, инженерного оборудования, технических и первичных средств пожаротушения, обеспечение эвакуации людей при пожаре

Требования приведены в ППБ Республики Беларусь 01–2014, утвержденных постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5), которые надо выполнять:

– у въездов на территорию организации должны быть вывешены схемы с нанесенными на них как действующими, так и строящимися и временными зданиями (сооружениями), въездами, подъездами, пожарными проездами,

местонахождениями источников противопожарного водоснабжения. При механизированном открывании въездных ворот они должны иметь ручное устройство открывания;

- не допускается перекрывать и загромождать проезды и подъезды (к зданиям, водоисточникам и т. д.) для пожарной аварийно-спасательной техники;

- о закрытии (ремонте) отдельных участков дорог или проездов, препятствующих проезду пожарной аварийно-спасательной техники, необходимо не менее чем за сутки уведомить пожарные аварийно-спасательные подразделения МЧС, при аварийных ситуациях сообщать немедленно;

- в зимнее время проезды должны регулярно очищаться от снега;

- места заземления пожарной аварийно-спасательной техники должны оборудоваться и обозначаться знаком заземления в соответствии с «Инструкцией по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь», утвержденной постановлением МЧС Республики Беларусь и Минэнерго Республики Беларусь от 28 мая 2004 г. № 20/15;

- территория организации должна быть очищена от сухой травы и листьев, сгораемого мусора и отходов, обладающих взрывопожароопасными и пожароопасными свойствами;

- на площадках, прилегающих к зданиям (сооружениям), и в противопожарных разрывах должна периодически выкашиваться трава. Сушить и скирдовать скошенную траву на территории объектов не допускается, за исключением специально отведенных для этих целей мест. Не допускается выжигание растительности, отходов и мусора;

- для сбора отходов и мусора должны быть установлены контейнеры с закрывающимися крышками на отдельных площадках на расстоянии не менее 15 м от зданий (сооружений), открытых стоянок автотранспорта;

- контейнерные площадки должны иметь с трех сторон по периметру ограждение из негорючих материалов высотой выше емкостей для сбора отходов и твердое покрытие из негорючих материалов в пределах ограждения;

- при хранении на открытых площадках горючих строительных материалов и изделий, а также оборудования и грузов в горючей упаковке они должны размещаться в штабелях или группах площадью не более 100 м² и высотой не более 2,5 м. Противопожарные разрывы между штабелями (группами) и от них до строящихся и временных зданий (сооружений) должны быть не менее 18 м;

- в строящихся зданиях (сооружениях) не ниже IV степени огнестойкости и не выше десятого этажа допускается размещать временные

мастерские и склады при условии выполнения требований ППБ Республики Беларусь 01–2014. Размещение административно-бытовых помещений допускается не выше четвертого этажа при условии обеспечения нормативного количества эвакуационных выходов;

– на территории строительных площадок не допускается нахождение (проживание) рабочих, служащих и других лиц вне рабочего времени (за исключением лиц, осуществляющих круглосуточное дежурство (охрану));

– мобильные здания (сооружения), временные сооружения и другие подобные строения на территории объекта, строительных площадок должны размещаться согласно схеме расстановки, утвержденной руководителем объекта (строительному генеральному плану, проекту организации строительства), с соблюдением противопожарных разрывов в соответствии с требованиями ТНПА. Указанные строения (производственные, бытовые и иного назначения) допускается располагать группами с числом не более 10 в группе и общей площадью не более 800 м². Противопожарные разрывы между группами этих сооружений и от них до других строений, в том числе строящихся зданий и сооружений, должны быть не менее 18 м;

– в пределах нормативно установленных противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями не допускается складирование горючих материалов, строительство временных и установка мобильных зданий (сооружений);

– емкости с легковоспламеняющимися, горючими жидкостями, баллоны с газом, а также пустая тара, не очищенная от остатков легковоспламеняющихся, горючих жидкостей, горючих газов, должны быть защищены от солнечного и иного теплового воздействия. Их хранение на открытых незащищенных площадках не допускается. Сооружения (навесы) для защиты от атмосферных осадков и солнечных лучей должны быть из негорючих материалов;

– при расположении объекта, хранящего или перерабатывающего легковоспламеняющиеся, горючие жидкости, горючие газы, в лесистой местности территория вокруг него должна быть окаймлена минерализованной противопожарной полосой шириной не менее 2 м. На этой территории не должно быть валежника, порубочных остатков, сухой травы и т. д.

Организация эвакуации персонала.

Требования ОТ установлены ППБ Республики Беларусь 01–2014, утвержденными постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5).

На объектах должны быть разработаны и утверждены планы эвакуации людей при пожаре для всех этажей зданий (сооружений) при одновременном

нахождении на этаже более 10 человек в порядке, предусмотренном приложением 8 к указанным Правилам.

План эвакуации людей включает графическую и текстовую части.

Графическая часть плана эвакуации людей при возникновении пожара должна отвечать следующим требованиям:

- на плане этажа должны быть показаны лестничные клетки, лифты и лифтовые холлы, жилые комнаты, хозяйственно-бытовые помещения, балконы, наружные лестницы, а также двери лестничных клеток, лифтовых холлов и двери, расположенные на пути эвакуации;
- наименования помещений должны быть обозначены непосредственно на планах этажей либо их нумеруют и проводят экспликацию помещений;
- двери на плане должны быть показаны в открытом виде. Если при эксплуатации отдельные выходы заперты, на плане эвакуации дверной проем должен быть изображен закрытым, а место хранения ключей обозначено надписью «Ящик с ключом от наружной двери»;
- если здание имеет наружную пожарную лестницу, то в плане должна быть надпись «Выход на пожарную лестницу»;
- основные пути эвакуации людей на плане этажа показывают сплошной линией, запасные – пунктирной. Линии должны быть в 2 раза толще основных и выполнены зеленым цветом. Основные пути эвакуации на этаже следует указывать в направлении лестничных клеток до ближайшей лестницы или из каждого помещения до выхода в безопасное место или непосредственно наружу.

15.9. Государственный пожарный надзор в Республике Беларусь

Государственное управление в области обеспечения пожарной безопасности, согласно ст. 4 и 33 Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности», осуществляется Советом Министров Республики Беларусь, органами государственного пожарного надзора Республики Беларусь, местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами.

Государственный пожарный надзор за соблюдением республиканскими органами государственного управления, местными исполнительными и распорядительными органами, иными организациями, должностными лицами и гражданами требований законодательства Республики Беларусь о пожарной безопасности, в том числе обязательных для соблюдения требований

технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации, а также надзор за соблюдением законодательства при осуществлении деятельности по обеспечению пожарной безопасности осуществляются в соответствии с законодательством Республики Беларусь органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям, являющимися органами государственного пожарного надзора.

Систему органов государственного пожарного надзора формирует и контролирует Главный государственный инспектор Республики Беларусь по пожарному надзору, которым является первый заместитель Министра МЧС Республики Беларусь.

Надзор за обеспечением пожарной безопасности при хранении и использовании взрывчатых веществ, на транспортных средствах в пути следования, а также на объектах, находящихся на территории воинских частей, в лесах, подземных выработках и шахтных сооружениях, осуществляют соответствующие республиканские органы государственного управления, иные организации, являющиеся владельцами этих объектов.

Ведомственный контроль за состоянием пожарной безопасности на объектах осуществляют республиканские органы государственного управления.

Предписания, требования и заключения органов госпожарнадзора, выданные в пределах их компетенции, обязательны для выполнения организациями и их должностными лицами, а также гражданами.

Обязанности республиканских органов по организации пожарной безопасности.

В соответствии со ст. 16 Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» республиканские органы государственного управления в области пожарной безопасности обязаны выполнять следующие мероприятия:

- определять основные направления деятельности в области обеспечения пожарной безопасности, разрабатывать комплексные противопожарные мероприятия, имеющие значение для отрасли или нескольких объектов;
- разрабатывать и утверждать по согласованию с Главным государственным инспектором Республики Беларусь по пожарному надзору локальные нормативные правовые акты, в том числе технические нормативные правовые акты, по вопросам пожарной безопасности;
- включать требования пожарной безопасности в разрабатываемые нормативные правовые акты, в том числе технические нормативные правовые акты, паспорта и другую документацию, осуществлять контроль за их выполнением при проектировании, строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и эксплуатации объектов, а также при изготовлении веществ, материалов, машин, приборов, оборудования и товаров;

- обобщать опыт работы в области обеспечения пожарной безопасности и оказывать информационно-методическую помощь подведомственным организациям;
- вносить в установленном законодательством Республики Беларусь порядке предложения по совершенствованию технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации;
- осуществлять обучение мерам пожарной безопасности специалистов, студентов, учащихся, проводя их подготовку и переподготовку;
- в установленном порядке организовывать научно-исследовательские и проектные работы по вопросам противопожарной защиты объектов;
- осуществлять ведомственный учет пожаров.

Обязанности отдельных органов пожарнадзора конкретизируются в соответствующих должностных инструкциях должностных лиц этих органов.

Обязанности руководителя объекта по обеспечению пожарной безопасности.

Согласно ст. 17 Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности» руководители и другие должностные лица организаций выполняют следующие основные обязанности:

- обеспечивают пожарную безопасность и противопожарный режим в соответствующих организациях;
- предусматривают организационные и инженерно-технические мероприятия по пожарной безопасности в планах экономического и социального развития организаций, создают при необходимости организационно-штатную структуру, разрабатывают обязанности и систему контроля, обеспечивающие пожарную безопасность во всех технологических звеньях и на этапах производственной деятельности;
- обеспечивают своевременное выполнение противопожарных мероприятий по предписаниям, рекомендациям, требованиям и заключениям органов госпожарнадзора;
- внедряют научно-технические достижения в противопожарную защиту объектов, проводят работу по изобретательству и рационализации, направленную на обеспечение безопасности людей и снижение пожарной опасности технологических процессов производств;
- обеспечивают выполнение и соблюдение требований технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации при проектировании, строительстве, реконструкции, техническом переоснащении и ремонте подведомственных им объектов, а также при изготовлении, транспортировке и использовании выпускаемых веществ, материалов, продукции, машин, приборов и оборудования;

- создают внештатные пожарные формирования и организуют их работу;
- содержат в исправном состоянии пожарную технику, оборудование и инвентарь, не допускают их использования не по прямому назначению;
- организуют обучение работников правилам пожарной безопасности и обеспечивают их участие в предупреждении и тушении пожаров, не допускают к работе лиц, не прошедших противопожарный инструктаж;
- обеспечивают разработку плана действий работников на случай возникновения пожара и проводят практические тренировки по его отработке;
- представляют по требованию органов государственного пожарного надзора документы о пожарах и их последствиях, сведения, характеризующие состояние пожарной безопасности объектов и выпускаемой продукции.

Нормативные документы Республики Беларусь по пожарной безопасности.

1. Указ Президента Республики Беларусь от 1 сентября 2010 г. № 450 (в редакции от 26 ноября 2015 г. № 475).

2. Правила противопожарной безопасности Республики Беларусь (ППБ 01–2014), утвержденные постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5).

3. ТКП 45-2.02-315–2018 *Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования*. Документ явился результатом глубокой переработки четырех ТНПА. В частности, изменились подходы к эвакуации людей из зданий, уменьшено количество степеней огнестойкости, скорректированы многие требования исходя из накопленного опыта.

4. Декрет Президента Республики Беларусь от 31 ноября 2017 г. № 7 «Общие требования пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования».

5. Инструкция о порядке подготовки работников по вопросам пожарной безопасности и проверки их знаний в данной сфере, утвержденная постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22 мая 2018 г. № 36.

6. Программы пожарно-технического минимума, утвержденные постановлением МЧС Республики Беларусь от 2 мая 2018 г. № 30.

7. Инструкция о порядке оформления наряда-допуска на проведение огневых работ на временных местах, утвержденная постановлением МЧС Республики Беларусь от 2 мая 2018 г. № 29.

8. Требования к содержанию общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности, утвержденные постановлением МЧС Республики Беларусь от 28 апреля 2018 г. № 28.

9. Форма плана эвакуации людей при пожаре, утвержденная постановлением МЧС Республики Беларусь от 20 апреля 2018 г. № 21.

10. Нормы оснащения объектов первичными средствами пожаротушения, утвержденные постановлением МЧС Республики Беларусь от 18 мая 2018 г. № 35.

11. Инструкция о порядке проверки состояния наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, утвержденная постановлением МЧС Республики Беларусь от 15 мая 2018 г. № 34.

12. Инструкция о порядке хранения веществ и материалов, утвержденная постановлением МЧС Республики Беларусь от 26 апреля 2018 г. № 24.

13. Инструкция о требованиях к размещению и эксплуатации теплогенерирующих аппаратов и отопительных приборов промышленного (заводского) изготовления, утвержденная постановлением МЧС Республики Беларусь от 24 мая 2018 г. № 37.

Пожарно-технический минимум (ПТМ).

Правилами пожарной безопасности Республики Беларусь (ППБ Республики Беларусь 01–2014), утвержденными постановлением МЧС Республики Беларусь от 14 марта 2014 г. № 3 (в редакции от 14 февраля 2017 г. № 5), пожарно-технический минимум определяется как система знаний, умений и навыков, позволяющая работнику организации обеспечивать пожарную безопасность в рамках осуществления деятельности по занимаемой должности (профессии), в том числе при проведении работ повышенной опасности без специального образования в данной области.

Противопожарный режим работы предприятия (организации).

Под противопожарным режимом предприятия понимают комплекс противопожарных мероприятий при выполнении работ и эксплуатации объектов, т. е. совокупность мер и требований пожарной безопасности, заранее установленных для объекта или отдельного помещения и подлежащих обязательному выполнению всеми работающими там лицами.

Противопожарный режим устанавливается правилами, инструкциями, приказами или распоряжениями руководителя объекта и включает такие профилактические мероприятия, как содержание территории и помещений, проездов, путей эвакуации в зданиях, обесточивание электрооборудования в конце рабочего дня и в случае пожара, уборку помещений и рабочих мест, установление и соблюдение норм хранения в помещениях сырья,

полупродуктов и готовой продукции, запрещение курения и применения открытого огня в местах, опасных в пожарном отношении, а также регулярные осмотры перед закрытием помещений после окончания работы.

В соответствии с действующим законодательством для привлечения инженерно-технических работников, рабочих и служащих к участию в работе по проведению пожарно-профилактических мероприятий на предприятии создается пожарно-техническая комиссия (ПТК) предприятия, состав которой утверждается приказом руководителя. Руководство комиссией возлагается на заместителя руководителя или на главного инженера. ПТК не реже одного раза в полугодие проводит детальную проверку соблюдения правил и норм пожарной безопасности и разрабатывает мероприятия по устранению выявленных нарушений, которые оформляются актом, утверждаемым руководителем предприятия, и подлежат выполнению.

На энергетических объектах (электроустановках) должны регулярно проводиться тренировки с дежурным персоналом по отработке практических действий при возникновении пожара, а также совместные с подразделениями МЧС Республики Беларусь тактико-специальные занятия и учения не реже одного раза в год под руководством работников МЧС.

Ответственность за нарушения правил пожарной безопасности.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О пожарной безопасности» ответственность за нарушение требований пожарной безопасности несут:

- на предприятиях (в организациях) – персонально их руководители;
- по отраслям – руководители республиканских органов государственного управления;
- по городам и населенным пунктам – местные исполнительные и распорядительные органы.

Лица, нарушающие или не выполняющие требования Закона, ТНПА системы противопожарного нормирования и стандартизации, предписания, рекомендации, требования и заключения органов государственного пожарного надзора, а также лица, виновные в возникновении пожаров, несут дисциплинарную, материальную, административную и уголовную ответственность.

Согласно ст. 23.56 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях установлена следующая административная ответственность:

- нарушение законодательства о пожарной безопасности, в том числе обязательных для соблюдения требований ТНПА системы противопожарного нормирования и стандартизации, влечет предупреждение или нало-

жение штрафа на должностное лицо в размере до 30 базовых величин, а на юридическое лицо – предупреждение или наложение штрафа в размере до 200 базовых величин;

– нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за их выполнение, повлекшее возникновение пожара, влечет наложение штрафа в размере от 30 до 50 базовых величин.

Уголовная ответственность за нарушения правил пожарной безопасности.

Согласно ст. 304 ч. 1 Уголовного кодекса Республики Беларусь:

– нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за их выполнение, повлекшее возникновение пожара, совершенное в течение года после наложения административного взыскания за нарушение правил пожарной безопасности, наказывается штрафом, или исправительными работами на срок до одного года, или арестом с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения;

– нарушение правил пожарной безопасности лицом, ответственным за их выполнение, повлекшее по неосторожности возникновение пожара, причинившего тяжкое или менее тяжкое телесное повреждение либо ущерб в крупном размере, наказывается исправительными работами на срок до двух лет, или арестом, или ограничением свободы на срок до трех лет, или лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности.

Деяние, предусмотренное ч. 2 данной статьи, повлекшее по неосторожности смерть человека либо причинение тяжкого телесного повреждения двум или более лицам, наказывается лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

Добровольная пожарная дружина (ДПД) предприятия.

Деятельность пожарных дружин осуществляется согласно «Положению о добровольных пожарных дружинах на предприятиях, в учреждениях и организациях», утвержденному постановлением Совмина Республики Беларусь от 13 октября 1995 г.

ДПД формируется из числа рабочих, инженерно-технических работников и служащих в возрасте не моложе 18 лет независимо от наличия других видов пожарной службы. ДПД могут быть общеобъектовыми или цеховыми. При наличии пожарной дружины в цехах, на складах и других объектах предприятия организуются боевые расчеты из числа рабочих смены.

Численный состав дружины определяется руководителем предприятия из расчета пять человек на каждые 100 работающих. При численности работающих на предприятии до 100 человек численность ДПД должна быть не менее 10 человек. Если количество работающих на предприятии составляет менее 15 человек, то ДПД не создается, а обязанности на случай пожара распределяются между работниками.

Основными задачами ДПД являются следующие:

- контроль за соблюдением противопожарного режима;
- проведение разъяснительной работы среди работников по соблюдению противопожарного режима на рабочих местах и правил осторожного обращения с огнем в быту;
- надзор за исправностью средств пожаротушения и их укомплектованностью на объекте;
- вызов пожарной службы в случае возникновения пожара и немедленное принятие мер по его тушению имеющимися средствами.

Члены ДПД обязаны принимать участие в локализации и ликвидации загораний, эвакуации людей и материальных ценностей из горящих помещений.

Не реже одного раза в год командиры и члены дружины обучаются на сборах в течение дня.

Члены ДПД могут быть за работу поощрены согласно действующему коллективному договору и локальным нормативным документам.

Вопросы для самоконтроля

1. Основная терминология противопожарных действий.
2. Особенности фаз развития пожара.
3. Зоны пожара.
4. Самовозгорание как источник пожаров и взрывов.
5. Пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов.
6. Номенклатура и применяемость показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов.
7. Особенности самовозгорания веществ при взаимодействии.
8. Причины пожаров на производстве.
9. Опасные факторы пожара: первичные, вторичные.
10. Оценка взрывоопасности газопаровоздушных смесей.
11. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
12. Классификация помещений и зданий согласно ТКП 474–2013.

13. Категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

14. Пожарная безопасность объекта: система предотвращения пожара, система противопожарной защиты, организационно-технические мероприятия.

15. Технические средства противопожарной защиты: автоматические установки пожарной сигнализации и тушения пожара.

16. Первичные средства пожаротушения.

17. Общие требования пожарной безопасности к промышленным предприятиям: содержание территории, зданий (сооружений), помещений, инженерного оборудования, технических и первичных средств пожаротушения, обеспечение эвакуации людей при пожаре.

18. Государственный пожарный надзор в Республике Беларусь.

19. Обязанности республиканских органов по организации пожарной безопасности.

20. Обязанности руководителя объекта по обеспечению пожарной безопасности.

21. Нормативные документы Республики Беларусь по пожарной безопасности.

16. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ РАБОТЕ НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ

16.1. Виды опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере, их влияние на здоровье человека

В современном мире видеодисплейные терминалы (ВДТ), электронно-вычислительные машины (ЭВМ) и персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ, далее – ПК) занимают значительное место. Средства современных информационных технологий, безусловно, влияют на организм пользователя и «общение» с компьютером требует жесткой регламентации рабочего времени и разработки санитарно-гигиенических мероприятий по уменьшению и профилактике такого рода воздействий.

По данным специальной комиссии ВОЗ, более чем у половины пользователей ПК имеет место синдром стресса оператора дисплея, действие которого проявляется в виде головной боли, аллергии, воспаления глаз, астмы, подавленности, раздраженности, вялости и депрессии.

Воздух в помещениях с вычислительной техникой насыщен положительно заряженными ионами кислорода, что приводит к ухудшению здоровья, гипоксии, повышению вероятности сердечно-сосудистых заболеваний.

На пользователя ПК одновременно могут оказывать хроническое воздействие (т. е. постоянно действующее, пусть даже в малых дозах) более 30 вредных и опасных производственных факторов, причем на долю собственно дисплея приходится не более 20 %.

В соответствии с СанПиН «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденными постановлением Минздрава Республики Беларусь от 28 июня 2013 г. № 59, и «Инструкцией о порядке проведения медицинских осмотров работающих», утвержденной постановлением Минздрава Республики Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74, работающие с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ более 50 % рабочего времени должны проходить обязательные осмотры в порядке, определенном законодательством Республики Беларусь.

Классификация опасных и вредных факторов.

При выполнении работ на ПК, согласно ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. *Опасные и вредные производственные факторы. Классификация*, могут иметь место следующие факторы:

- повышенная температура поверхностей ПК;

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный или пониженный уровень отрицательных и положительных аэроионов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- повышенная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки.

Наиболее опасные и вредные факторы и их воздействие на человека.

1. Нарушение электромагнитной безопасности из-за отсутствия почти повсеместно защитного заземления. Источник опасности – не только эмиссионные излучения дисплеев, но и насыщенность помещений различными вспомогательными электроприборами, силовыми кабелями разводки, металлическими конструкциями, осветительными установками и т. п.

2. Несоответствие нормам визуальных параметров дисплеев, особенно имеющих величину зерна (пиксель) 0,3 мм и более, а частоту кадровой развертки 50...75 Гц. Может привести к ухудшению качества изображения, вызвать повышенное утомление глаз.

3. Избыточные энергетические потоки сине-фиолетового света (в видимом диапазоне волн) от дисплея. При этом ухудшается четкость изображения на сетчатке, увеличивается частота ошибок, быстрее развивается «компьютерный зрительный синдром» и т. д.

4. Нерациональное освещение, блики, повышенная блескость, яркость.

5. Несоответствие параметров микроклимата действующим нормам, чрезмерная запыленность и загазованность воздуха в рабочих помещениях – в первую очередь углекислым газом и аммиаком при повышенной температуре и влажности воздуха (особенно в холодный период года). От этого страдают органы дыхания, снижается содержание кислорода в крови и в мышечных тканях сердца, мозга, глаз.

6. Нерациональная организация рабочего места способствует перенапряжению мышц не только позвоночника и шеи, но и глаз.

7. Нарушение норм аэроионного состава воздуха, особенно в помещениях с развитой системой приточно-вытяжной вентиляции и при наличии кондиционеров. Число отрицательно заряженных легких ионов кислорода (аэроионов) практически везде меньше нормы. В помещениях с ПЭВМ оптимальным считается содержание в 1 см³ воздуха 3000–5000 аэроионов. Замеры же показывают, что фактически их число не превышает 130–400. Это резко ухудшает свойства крови, работу зрительного органа, иммунной системы.

8. Избыток болезнетворных бактерий в воздухе, особенно зимой при повышенной температуре, плохом проветривании рабочих помещений, пониженной влажности и нарушении аэроионного состава воздуха, вызывает ОРЗ, ОРВИ и т. д. Малая подвижность глазных мышц при долговременном сильном статическом зрительном напряжении становится причиной спазма аккомодации, т. е. глаза теряют способность быстро приспособливаться к ясному видению предметов. При этом нарушается ритм дыхания.

9. Недостаток витаминов, минеральных веществ, аминокислот, губчатой клетчатки приводит к нарушению работы желудочно-кишечного тракта. Наибольшей опасности подвергаются хронические больные и женщины в критические дни. Стрессы, нарушение режима труда, отсутствие профилактики резко увеличивают выброс из организма витаминов и важнейших минералов (железа, алюминия, йода).

10. Оказывает вредное влияние и неблагоприятная экологическая обстановка, особенно в крупных городах, в воздухе которых зачастую наблюдаются повышенные концентрации вредных веществ. Рост информационных нагрузок (причем не только во время работы на ПЭВМ) вызывает дополнительное «психическое давление», что также увеличивает вероятность заболеваний.

16.2. Основные требования к организации рабочего места пользователя

Для обеспечения безопасности при работе на ПЭВМ необходимо выполнить требования:

– помещения с компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией;

- для внутренней отделки интерьера помещений с компьютерами должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7...0,8; для стен – 0,5...0,6; для пола – 0,3...0,5;
- поверхность пола в помещениях эксплуатации компьютеров должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами;
- в помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи, углекислотный огнетушитель для тушения пожара;
- наличие естественного и искусственного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа следует обеспечивать 300...500 лк. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк;
- площадь одного рабочего места для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 м², а объем – не менее 20,0 м³;
- уровень шума не должен превышать 60 дБА. В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) уровень шума не должен превышать 65 дБА;
- расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;
- рабочие места при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5...2,0 м.

Планировка компьютерных классов.

Требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 *Гигиенические требования к персональным ЭВМ и организации работы* к размещению рабочих столов в помещениях компьютерных классов:

- 1) размещать ПЭВМ экраном к окну не допускается, т. к. это создает тень и блики на экране монитора;
- 2) размещать ПЭВМ вблизи стены не рекомендуется, т. к. пользователь не сможет проделывать зрительные упражнения. Также стена отражает электромагнитное излучение от ПЭВМ на пользователя;
- 3) пользователи будут мешать друг другу, если они будут находиться спиной к спине;
- 4) естественное освещение должно находиться с левой стороны, хотя в порядке исключения также допускается и с правой;
- 5) расстояние между рабочими местами с боковых сторон должно быть не менее 1,2 м, при расположении пользователей последовательно – не менее 2 м, лицом друг к другу – 0,6 м;

б) взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

Контроль за микроклиматом в помещении с компьютерами.

При работе монитора электризуется не только его экран, а и воздух в помещении. Еще в начале XX в. известный российский ученый А. Чижевский, исследуя ионизацию воздуха, пришел к выводу о благотворном влиянии на человеческий организм отрицательных аэроионов и негативном воздействии положительных.

Многочисленными исследованиями установлено, что в помещении, где работает монитор, отрицательных ионов почти нет, т. к. они практически не образуются, а положительные имеются в избытке. Воздух в помещении приобретает в основном положительный заряд. Положительные ионы воздуха очень опасны для человеческого организма. Положительно заряженная молекула кислорода не воспринимается человеческим организмом как кислород.

Кроме того, мельчайшие частички пыли, пролетая в непосредственной близости от поверхности дисплея, заряжаются статическим электричеством и устремляются к лицу оператора. Далее они проникают в дыхательные пути человека, отрицательно влияя на легкие. Попадая на кожу, эти частички пыли забивают ее поры, что приводит к аллергическим кожным заболеваниям. Также их воздействие может способствовать развитию раковых образований.

Основное требование охраны труда по защите персонала состоит в необходимости тщательного контроля за состоянием воздуха в помещениях и за эффективностью вентиляции в них. Для нормализации аэроионного фактора помещений с компьютерами следует использовать устройства автоматического регулирования ионного режима воздушной среды (например, аэроионизатор стабилизирующий типа «Москва-СА1»).

Требования к освещению помещений и рабочих мест.

В компьютерных залах должно быть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивается через оконные проемы с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 1,2 % – в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5 % – на остальной территории. Световой поток из оконного проема должен падать на рабочее место оператора с левой стороны. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации компьютеров должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документа должна быть 300...500 лк. Допускается установка светильников местного

освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк. Прямую блескость от источников освещения следует ограничить. Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Отраженная блескость на рабочих поверхностях ограничивается за счет правильного выбора светильника и расположения рабочих мест по отношению к естественному источнику света. Яркость бликов на экране монитора не должна превышать 40 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в помещениях должен быть не более 20, показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях – не более 40.

Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1–5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами следует применять светильники типа ЛПО36 с зеркализированными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами.

Допускается применять светильники прямого света, преимущественно отраженного света типов ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ.

Светильники должны располагаться в виде сплошных или прерывистых линий сбоку от рабочих мест параллельно линии зрения пользователя при разном размещении компьютеров.

При периметральной расстановке линии светильников должны располагаться локализованно над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Защитный угол светильников должен быть не менее 40 град.

Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающийся отражатель с защитным углом не менее 40 град.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных проемов и светильников не реже двух раз в год, а также своевременную замену перегоревших ламп.

16.3. Требования к визуальным эргономическим параметрам

В СанПиНе зафиксировано, что для обеспечения надежного считывания информации при соответствующей степени комфортности ее восприятия должны быть определены оптимальные и допустимые диапазоны визуальных эргономических параметров.

Государственный стандарт устанавливает эргономические требования и требования безопасности к дисплеям, в том числе к визуальным эргономическим параметрам и излучениям дисплеев. Стандарт обязателен для применения при проектировании, изготовлении, эксплуатации и сертификации.

Существуют следующие общие требования к техническим характеристикам видеодисплейных терминалов (ВДТ):

- соотношение яркостей изображений с учетом зеркальной и диффузной отраженных яркостей должно быть равно трем или более;
- соотношение яркостей при зеркальном отражении к фону экрана должно быть низким. Визуальное восприятие и приемлемость зеркального отражения фона экрана должны изменяться в зависимости от полярности изображения;
- соответствие ВДТ требованиям должно достигаться посредством антиотражающей обработки или дополнительного устройства, или способа организации рабочего места.

Требования к визуальным эргономическим параметрам дисплеев.

Государственный стандарт, так же как и СанПиН, устанавливает в нормативных документах на дисплей значения оптимальных и предельно допустимых диапазонов. К ним относятся:

- яркость знака (яркость фона);
- внешняя освещенность экрана;
- угловой размер знака и угол наблюдения.

В ГОСТах устанавливаются количественные требования к остальным визуальным эргономическим параметрам:

- контрастность деталей изображения и фона;
- неравномерность яркости элементов контура знака, элементов знаков дискретных экранов, рабочего поля экрана;
- относительная ширина линии контура знака;
- временная нестабильность изображения (мелькание);

- отношение яркости в зоне наблюдения (экран, лицевая панель, корпус дисплея, документы);
- формат матрицы знака;
- отношение ширины знака к его высоте для прописных букв;
- расстояние между знаками, между словами, между строками текста.

16.4. Преимущества жидкокристаллических дисплеев (мониторов)

Жидкокристаллический дисплей – экран на основе жидких кристаллов. Простые приборы с ЖКИ могут иметь монохромный или 2–5-цветный дисплей. С возникновением быстрой светодиодной подсветки появились дешевые сегментные и матричные многоцветные ЖКИ с последовательной подсветкой цветов или TMOS.

Преимущества жидкокристаллических мониторов.

1. Меньшая нагрузка на зрение. Никакой рези в глазах, головной боли и прочих побочных эффектов от продолжительной работы за компьютером.
2. Очень четкое изображение.
3. Экран абсолютно плоский, а геометрия изображения идеальна. Никаких искажений, тогда как у ЭЛТ-мониторов они возможны.
4. Намного меньше размер и вес, чем у обычных мониторов.
5. Жидкокристаллические панели гораздо проще в настройке.
6. Уровень потребления энергии у ЖК-мониторов примерно на 70 % ниже, чем у стандартных ЭЛТ-мониторов (от 25 до 40 Вт).
7. Низкий уровень электромагнитных излучений у ЖК-мониторов, тогда как у ЭЛТ-мониторов всегда присутствует электромагнитное излучение, его уровень зависит от того, соответствует ли ЭЛТ стандарту безопасности.
8. Имеют лучшую яркость: у ЖК-мониторов яркость составляет от 170 до 250 кд/м², а у традиционных ЭЛТ-мониторов – от 80 до 120 кд/м².
9. Входной сигнал у ЖК-мониторов – аналоговый или цифровой, тогда как у ЭЛТ-мониторов – только аналоговый.

16.5. Требования электробезопасности при нормальных условиях эксплуатации компьютера и в аварийной ситуации

Основные меры по защите персонала:

- устройство заземляющего контура в помещении и на рабочих местах;
- объем, приходящийся на одно рабочее место пользователя компьютера, должен составлять не менее 20 м³;
- исключение варианта электропитания компьютеров от одной линии, связывающей компьютеры по периметру помещения с рабочими местами;
- оборудование места группового подключения компьютеров экранирующими щитками, обеспеченными достаточным количеством розеток с их наиболее возможным удалением от рабочих мест;
- прокладка проводов электропитания в помещениях с высоким уровнем электромагнитных излучений промышленной частоты в заземленных экранирующих металлических оболочках или в трубах;
- увлажнение воздуха в помещениях с персональными компьютерами с целью предотвращения накопления электростатических зарядов и нормализации аэроионного состава воздуха;
- заземление металлических решеток на окнах помещений с рабочими местами;
- размещение групповых рабочих мест по возможности на нижних этажах зданий для снижения воздействия общего электромагнитного фона полей на персонал за счет уменьшения сопротивления заземления и протяженности электрических кабелей питания.

Требования безопасности перед началом работы.

Перед началом работы надо выполнить следующие действия:

- работающий обязан надеть халат и застегнуть его на все пуговицы;
- проверить наличие и пригодность диэлектрического коврика и резиновых перчаток;
- визуально проверить наличие защитного заземления (зануления), наличие и прочность крепления защитных ограждений, исправность предохранительных, блокировочных и сигнализирующих устройств;
- обеспечить чистоту и порядок на рабочем месте;
- бумагу размещать на стеллажах и в лотках, предназначенных для этих целей;
- хранить химические препараты в соответствующей таре, допускать их наличие на рабочем месте в количествах, не превышающих суточной потребности;

- проверить и отрегулировать местное освещение;
- проверить работу вентиляции, проветрить рабочее помещение;
- удалить пыль с оборудования, используя для этого протирочные материалы, а при необходимости – смывающие жидкости.

Требования безопасности при выполнении работы.

При выполнении работы работающий обязан соблюдать требования, установленные эксплуатационной документацией заводов-изготовителей оборудования и нормативными документами законодательства.

Запрещается выполнять следующие действия:

- выводить из работы ограждающие, блокирующие, сигнализирующие и другие устройства безопасности;
- чистить, смазывать и осуществлять другой уход за оборудованием, выполнение которого возложено на работающего, без остановки оборудования;
- самостоятельно проводить устранение возникающих неисправностей и отклонений от нормального режима работы (должно производиться соответствующими специалистами);
- принимать к тиражированию оригиналы, не соответствующие для исполнения техническим возможностям машины;
- допускать на свое рабочее место и разрешать пользоваться машиной лицам, не имеющим отношения к порученной работе;
- во время работы отвлекаться на посторонние дела и разговоры и отвлекать других от работы;
- трогать руками лампы-осветители, стеклянные и зеркальные поверхности;
- удалять пятна, пыль, порошок допускается только ватными тампонами, смоченными четыреххлористым углеродом.

Во время работы необходимо выполнять следующие операции:

- перед каждым включением машины убедиться в том, что это безопасно и не может вызвать ее неисправность;
- соблюдать установленные эксплуатационной документацией перерывы в работе машины;
- операции, связанные с соприкосновением с поверхностями, покрытыми селеном, обработкой алюминиевой фольгой в ортофосфорной кислоте, выполнять в резиновых перчатках;
- при зарядке (закладке) оригиналов осторожно опускать прижимы, надежно придерживать их рукой при опускании в рабочее положение, мягко открывать и закрывать крышки машины;

- при работе на машинах находиться на диэлектрическом коврик;
- при закреплении изображения на алюминиевой фольге термическим способом соблюдать осторожность во избежание получения ожогов;
- при закреплении электрографического изображения на бумаге химическим способом с применением органических растворителей пользоваться вытяжным шкафом;
- не прикасаться к поверхностям, на которых скапливается электростатический заряд, и не снимать заряд на себя;
- во избежание повышения содержания озона регулярно проветривать рабочее помещение;
- при появлении необычного шума, запаха, гари, дыма немедленно остановить машину и отключить ее от электрической сети, а при возгорании – немедленно приступить к его устранению с помощью углекислотного огнетушителя;
- при проливе химических препаратов протереть место пролива (работать в резиновых перчатках) и проветрить помещение;
- при попадании тонера на руки смыть его водой с мылом. Если тонер попал в глаза, промыть их большим количеством воды и обратиться к врачу.

Требования безопасности по окончании работы.

1. По окончании работы необходимо выключить оборудование из электрической сети.
2. Убрать инструменты, приспособления и используемые химические материалы в установленные места, привести в порядок рабочее место.
3. В течение 10...15 мин после выключения оборудования проветрить рабочее помещение (выключить вентиляцию спустя указанное время).
4. Снять халат, резиновые перчатки, убрать их в установленные места. Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом.
5. В установленном порядке сообщить о неисправностях и недостатках во время работы с ПЭВМ.
6. Уходя из рабочего помещения, закрыть окна, погасить освещение.

16.6. Способы и средства защиты от электромагнитных излучений, повышенного шума и вибрации при работе на персональном компьютере

Основным источником неблагоприятного воздействия на здоровье пользователя компьютера является монитор. Кроме монитора и системного блока, персональный компьютер включает в себя большое количество других устройств, таких как принтеры, сканеры, сетевые фильтры и т. п. Все они работают с применением электрического тока, а значит, являются источниками ЭМП.

Нормируемыми параметрами переменного электромагнитного поля являются напряженность электрического поля и магнитная индукция.

Напряженность электрического поля в данной точке представляет собой физическую величину, численно равную силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м) или в ньютонах на кулон (Н/К). Электрическое поле, в котором напряженность одинакова во всех точках, называется однородным. При воздействии на работающих электрического поля промышленной частоты (50 Гц) предельно допустимый уровень напряженности составляет 5 кВ/м в течение рабочей смены. При напряженностях свыше 5 до 20 кВ/м допустимое время пребывания работающих без применения СИЗ устанавливается нормами в пределах от 380 (6 кВ/м) до 30 мин (20 кВ/м). При напряженности электрического поля свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания составляет 10 мин. Пребывание работающих в электрическом поле с напряженностью более 25 В/м без СИЗ запрещается.

Магнитная индукция (плотность магнитного потока) – это физическая величина, численно равная силе, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, расположенный перпендикулярно к силовым линиям магнитного поля (МП), при токе в проводнике, равном единице силы тока. Единицей магнитной индукции является тэсла (Тл), т. е. индукция такого поля, в котором на каждый метр длины проводника с током в 1 А, расположенного перпендикулярно к полю, действует сила в 1 Н ($1 \text{ Тл} = 1 \text{ Н}/(\text{А} \cdot \text{м})$).

ПДУ к электромагнитным воздействиям на персонал.

Электромагнитное поле персональных компьютеров имеет сложный волновой спектральный состав и трудно поддается измерению и количественной оценке. Учитывая, что персональные компьютеры активно используются во всех отраслях деятельности человека, его влияние на

здоровье людей тщательно изучается и разрабатываются такие типы компьютеров, в которых отрицательное воздействие ЭМП сводится к минимуму.

Постановлением Минздрава Республики Беларусь от 05 марта 2015 г. № 23 утверждены СанПиН «Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека» и Гигиенический норматив ПДУ к этим нормам.

Гигиенические нормы для персонала, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, установлены ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

Напряженность ЭМП на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала не должна превышать следующих предельно допустимых значений.

По электрической составляющей:

50 В/м – для частот от 60 кГц до 3 МГц;

20 В/м – для частот от 3 до 30 МГц;

10 В/м – для частот от 30 до 50 МГц;

5 В/м – для частот от 50 до 300 МГц.

По магнитной составляющей:

5 А/м – для частот от 60 кГц до 1,5 МГц;

0,3 А/м – для частот от 30 до 50 МГц.

В диапазоне частот 300 Гц...300 ГГц нормируется плотность потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля. Предельно допустимая ППЭ зависит от допустимого значения энергетической нагрузки на организм человека и времени пребывания в зоне облучения, но во всех случаях она не должна превышать 10 Вт/м^2 , а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры воздуха в рабочих помещениях (выше $28 \text{ }^\circ\text{C}$) – 1 Вт/м^2 .

Способы защиты персонала от действия электромагнитных полей.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут использоваться следующие методы и средства защиты:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике.

Способы защиты персонала от действия электромагнитных полей:

- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;
- применение СИЗ.

Особенности применения отдельных методов и средств защиты.

Защиту временем используют в тех случаях, когда отсутствует реальная возможность снизить напряженность ЭМП до предельно допустимого уровня.

Защита расстоянием используется в тех случаях, когда невозможно снизить интенсивность излучения другими методами и сокращением времени облучения.

Снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике является универсальным методом и достигается прежде всего заменой источника на менее мощный, а также регулировкой генератора. Кроме того, можно использовать специальные устройства – аттенюаторы (ослабители), которые поглощают, отражают или ослабляют передаваемую энергию на пути от генератора к потребителю и т. д.

При применении метода экранирования источника учитывают характер и мощность источника излучения, его рабочую частоту, особенности технологического процесса. Для разработки экранов используют такие явления, как поглощение ЭМИ и его отражение от материала экранов.

16.7. Предупреждение зрительного переутомления, чрезмерной статической нагрузки

Требования к рабочему столу для компьютера и креслу для персонала.

Площадь рабочего места пользователя ПК с ЭЛТ-дисплеем должна составлять не менее 6 м², для ПК с плоским дисплеем – 4,5 м² (объемные нормы на одного человека – не менее 20 м³).

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм, рабочая поверхность стола должна иметь ширину 800...1400 мм и глубину 800...1000 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы работника и позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины.

Рабочий стул или кресло должны быть подъемно-поворотными, регулируемыми по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого

параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100...300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600...700 мм, но не ближе 500.

Примерный комплекс упражнений для глаз при работе на ПК.

Закрывать глаза, сильно напрягая глазные мышцы, на счет 1–4, затем раскрыть глаза, расслабить мышцы глаз, посмотреть вдаль на счет 1–6. Повторить 4–5 раз.

Посмотреть на переносицу и задержать взор на счет 1–4. До усталости глаза не доводить. Затем открыть глаза, посмотреть вдаль на счет 1–6. Повторить 4–5 раз.

Не поворачивая головы, посмотреть направо и зафиксировать взгляд на счет 1–4. Затем посмотреть вдаль прямо на счет 1–6. Аналогично проводятся упражнения, но с фиксацией взгляда влево, вверх, вниз. Повторить 3–4 раза.

Перевести взгляд быстро по диагонали: направо вверх – налево вниз, потом прямо вдаль на счет 1–6; затем налево вверх – направо вниз и посмотреть вдаль на счет 1–6. Повторить 4–5 раз.

После 10...15 мин непрерывной работы за ПК необходимо делать перерыв для проведения физкультминутки и упражнений для глаз.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере, их влияние на здоровье человека.
2. Основные требования к организации рабочего места пользователя.
3. Требования к освещению помещений и рабочих мест.
4. Контроль за микроклиматом в помещении с компьютерами.
5. Требования к визуальным эргономическим параметрам.
6. Преимущества жидкокристаллических дисплеев (мониторов).
7. Требования электробезопасности при нормальных условиях эксплуатации компьютера и в аварийной ситуации.
8. Требования безопасности перед началом работы.
9. Способы и средства защиты от электромагнитных излучений, повышенного шума и вибрации при работе на персональном компьютере.
10. Предупреждение зрительного переутомления, чрезмерной статической нагрузки.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

1. ГОСТ 12.0.001–82 ССБТ. Основные положения.
2. ГОСТ 12.0.002–2014 ССБТ. Термины и определения.
3. ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
4. ГОСТ 12.0.005–2014 ССБТ. Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. Основные положения.
5. ГОСТ 12.1.001–89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
7. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны.
10. ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
11. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
12. ОСТ 12.1.008–76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
13. ГОСТ 12.1.009–2017 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения.
14. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
15. ГОСТ 12.1.011–78 (СТ СЭВ 2775–80) ССБТ. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний.
16. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
17. ГОСТ 12.1.014–84 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками.
18. ГОСТ 12.1.016–79 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ.

19. ГОСТ 12.1.018–93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.
20. ГОСТ 12.1.019–2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
21. ГОСТ 12.1.020–79 ССБТ. Шум. Метод контроля на морских и речных судах.
22. ГОСТ 12.1.023–80 ССБТ. Шум. Методы установления значений шумовых характеристик стационарных машин.
23. ГОСТ 12.1.029–80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
24. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
25. ГОСТ 12.1.033–81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.
26. ГОСТ 12.1.035–81 ССБТ. Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений.
27. ГОСТ 12.1.036–81 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
28. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
29. ГОСТ 12.1.046–2014 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок.
30. ГОСТ 12.1.047–85 ССБТ. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов.
31. ГОСТ 12.1.048–85 ССБТ. Контроль радиационный при захоронении радиоактивных отходов. Номенклатура контролируемых параметров.
32. ГОСТ 12.1.049–86 ССБТ. Вибрация. Методы измерения на рабочих местах самоходных колесных строительного-дорожных машин.
33. ГОСТ 12.1.050–86 ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.
34. ГОСТ 12.1.051–90 ССБТ. Электробезопасность. Расстояния безопасности в охранной зоне линий электропередачи напряжением свыше 1000 В.
35. ГОСТ 12.1.114–82 ССБТ. Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические.
36. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

37. ГОСТ 12.2.007.2–75 ССБТ. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности.
38. ГОСТ 12.2.007.10–87 ССБТ. Установки, генераторы и нагреватели индукционные для электротермии, установки и генераторы ультразвуковые. Требования безопасности.
39. ГОСТ 12.2.007.12–88 ССБТ. Источники тока химические. Требования безопасности.
40. ГОСТ 12.2.007.13–2000 ССБТ. Лампы электрические. Требования безопасности.
41. ГОСТ 12.2.008–75 ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности.
42. ГОСТ 12.2.020–76 ССБТ. Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка.
43. ГОСТ 12.2.021–76 ССБТ. Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической документации, проведения испытаний, выдачи заключений и свидетельств.
44. ГОСТ 12.2.022–80 ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности.
45. ГОСТ 12.2.030–2000 ССБТ. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний.
46. ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
47. ГОСТ 12.2.033–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
48. ГОСТ 12.2.037–78 ССБТ. Техника пожарная. Требования безопасности.
49. ГОСТ 12.2.044–80 ССБТ. Машины и оборудование для транспортирования нефти. Требования безопасности.
50. ГОСТ 12.2.047–86 ССБТ. Пожарная техника. Термины и определения.
51. ГОСТ 12.2.052–81 ССБТ. Оборудование, работающее с газообразным кислородом. Общие требования безопасности.
52. ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
53. ГОСТ 12.2.062–81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

54. ГОСТ 12.2.063–2015 ССБТ. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности.
55. ГОСТ 12.2.085–2017 ССБТ. Арматура трубопроводная. Клапаны предохранительные. Выбор и расчет пропускной способности.
56. ГОСТ 12.2.092–94 ССБТ. Оборудование электромеханическое и электронагревательное для предприятий общественного питания. Общие технические требования по безопасности и методы испытаний.
57. ГОСТ 12.3.003–86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности.
58. ГОСТ 12.3.004–75 ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности.
59. ГОСТ 12.3.005–75 ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности.
60. ГОСТ 12.3.006–75 ССБТ. Эксплуатация водопроводных и канализационных сооружений и сетей. Общие требования безопасности.
61. ГОСТ 12.3.008–75 ССБТ. Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности.
62. ГОСТ 12.3.009–76 (СТ СЭВ 3518–81) ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
63. ГОСТ 12.3.016–87 ССБТ. Работы антикоррозионные. Требования безопасности.
64. ГОСТ 12.3.018–79 ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.
65. ГОСТ 12.3.032–84 (СТ СЭВ 4032–83) ССБТ. Работы электро-монтажные. Общие требования безопасности.
66. ГОСТ 12.3.033–84 ССБТ. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации.
67. ГОСТ 12.3.036–84 ССБТ. Газопламенная обработка металлов. Требования безопасности.
68. ГОСТ 12.3.038–85 ССБТ. Строительство. Работы по тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Требования безопасности.
69. ГОСТ 12.3.041–86 Применение пестицидов для защиты растений. Требования безопасности.
70. ГОСТ 12.4.002–97 ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.
71. ГОСТ 12.4.009–83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

72. ГОСТ 12.4.010–75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.

73. ГОСТ 12.4.011–89 (СТ СЭВ 1086–88) ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

74. ГОСТ 12.4.016–83 ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества.

75. ГОСТ 12.4.021–75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.

76. ГОСТ 12.4.026–2015 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

77. ГОСТ 12.4.041–2001 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования.

78. ГОСТ 12.4.059–89 ССБТ. Строительство. Ограждения предохранительные инвентарные. Общие технические условия.

79. ГОСТ 12.4.087–84 ССБТ. Каски строительные. Технические условия.

80. ГОСТ 12.4.099–80 ССБТ. Комбинезоны женские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия.

81. ГОСТ 12.4.100–80 ССБТ. Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия.

82. ГОСТ 12.4.107–2012 ССБТ. Строительство. Канаты страховочные. Общие технические требования.

83. ГОСТ 12.4.119–82 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Метод оценки защитных свойств по аэрозолям.

84. ГОСТ 12.4.120–83 ССБТ. Средства коллективной защиты от ионизирующих излучений. Общие технические требования.

85. ГОСТ 12.4.125–83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.

86. ГОСТ 12.4.127–83 (СТ СЭВ 3402–81) ССБТ. Обувь специальная. Номенклатура показателей качества.

87. ГОСТ 12.4.155–85 ССБТ. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования.

88. ГОСТ 12.3.046–91 ССБТ. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.

89. ГОСТ Р ЕН 614–1–2003 Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования.

90. ГОСТ 12.3.026–81 ССБТ. Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности.

91. ГОСТ 12.3.025–80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзман, Р. И.** Основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / Р. И. Айзман, Н. С. Шуленина, В. М. Ширшова. – 2-е изд., стер. – Новосибирск : Сиб. университет. изд-во, 2010. – 247 с.
2. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие: в 3 ч. Ч. 1: Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях / В. П. Бубнов [и др.]. – Минск: Амалфея, 2013. – 536 с.
3. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении : учебник для вузов / В. Г. Еремин [и др.]. – Москва: Академия, 2008. – 384 с.
4. Безопасность производственных процессов на предприятиях машиностроения : учебник / В. В. Сафронов [и др.] ; под ред. Г. А. Харламова. – Москва: Новое знание, 2006. – 461 с.
5. **Казачёнок, Н. Н.** Геоэкология техногенных радиоактивных изотопов / Н. Н. Казачёнок. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – 283 с.
6. **Лазаренков, А. М.** Охрана труда : учебное пособие для вузов / А. М. Лазаренков, В. А. Калининченко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
7. **Поляков, А. В.** Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях: в 2 ч. Ч. 1: Характеристика, прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций / А. В. Поляков. – Минск: БГУ, 2015. – 151 с.
8. **Челноков, А. А.** Охрана труда : учебник для вузов / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов ; под ред. А. А. Челнокова. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 671 с.
9. Отраслевая экология : учебное пособие / А. В. Щур [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т; Рязань: РГАУ, 2016. – 154 с.
10. Экология : учебное пособие / А. В. Щур [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т; Рязань: РГАУ, 2016. – 187 с.
11. Инженерная экология : учебное пособие / А. В. Щур [и др.]. – Рязань: ИП Коняхин А. В., 2021. – 180 с.
12. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / А. В. Щур [и др.]. – Рязань: ИП Коняхин А. В., 2021. – 246 с.

ГЛОССАРИЙ

Абиотические факторы – воздействие на организм компонентов неживой природы.

Абразия (от лат. *abrasio* – соскабливание, сбривание) – процесс механического разрушения волнами и течениями коренных пород; особенно интенсивно проявляется у самого берега под действием прибоя (наката).

Абсорбция (1) – поглощение вещества из раствора или смеси газов всем объемом поглотителя.

Абсорбция (2) – явление растворения вредной газовой примеси сорбентом (например, водой); таким методом можно улавливать только хорошо растворимые газовые примеси и пары (аммиак, хлороводород, фтороводород, пары кислот и щелочей); для ее проведения используют аппараты мокрого типа, применяемые в технике пылеулавливания.

Аварийно-спасательная служба – совокупность органов управления, сил и средств, предназначенных для решения конкретных задач по предупреждению и ликвидации ЧС, функционально объединенных в единую систему, основу которой составляют аварийно-спасательные формирования.

Аварийно-спасательные работы – действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне ЧС, локализации ЧС и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов.

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на производственном объекте; неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ; опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

Адаптация (от лат. *adapto* – приспособлять, прилаживать, устраивать) – приспособление организма к изменяющимся условиям среды, которое происходит без каких-либо необратимых нарушений биологической системы; системная категория, обозначающая форму отношений в системе «среда – живое существо», представляющую опережающую способность организма обеспечить снижение тектологической враждебности среды до безопасного уровня.

Адсорбция (1) – поглощение вещества из раствора или смеси газов поверхностью поглотителя.

Адсорбция (2) – заключается в улавливании поверхностью микропористых адсорбентов, таких как активированный уголь, силикагель, цеолиты, молекул вредных веществ; этот метод обладает очень высокой эффективностью, но жесткими требованиями к запыленности газа (например, одним из лучших адсорбентов является активированный уголь – противогаз).

Аксиома потенциальной опасности – презумпция потенциальной опасности любого вида деятельности, утверждение, согласно которому ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности.

Аммиак – в обычных условиях бесцветный газ, легче воздуха, с резким, удушливым, неприятным запахом нашатырного спирта; хорошо растворяется в воде. Аммиак вызывает поражение организма, особенно дыхательных путей. Признаки действия газа: насморк, кашель, затрудненное дыхание, резь в глазах, слезотечение.

Анализаторы – совокупность нервных образований, воспринимающих внешние раздражители, преобразующих их энергию в нервный импульс возбуждения и передающих его в центральную нервную систему.

Анемия (малокровие) – состояние организма, которое характеризуется снижением содержания в крови гемоглобина (переносчика кислорода от легких к тканям организма).

Аномалия – отклонение от нормы, от общей закономерности, неправильность.

Антиген (от греч. *anti* – против, *genos* – род, происхождение) – любое чужеродное для организма вещество, способное вызвать иммунологические реакции в виде образования антител к данному антигену или повысить активность специфических клеток крови, например, макрофагов, способных захватить и обезвредить антиген.

Антидоты (противоядия) – лекарственные средства для лечения отравлений, способные либо обезвреживать само ядовитое вещество, либо предупреждать или уменьшать его вредное воздействие на организм.

Антипирен – вещество, уменьшающее горючесть защищаемого материала.

Антициклон – область в атмосфере, характеризующаяся повышенным давлением воздуха с максимумом в центре.

Антропогенные факторы – воздействие на организм человеческой деятельности.

Антропогенный круговорот (обмен) веществ – круговорот (обмен) веществ, движущей силой которого является деятельность человека. По причине незамкнутости антропогенного круговорота его часто называют обменом.

Антропосфера – сфера Земли, где живет и куда временно проникает (с помощью спутников и т. п.) человечество. Понятие «антропосфера» употребляют для характеристики пространственного положения человечества и его хозяйственной деятельности.

Антропоцентризм – тип общественного сознания, основывающийся на представлениях о «человеческой исключительности», противопоставлении человека природе.

Аппарат очистки газа – элемент установки, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс улавливания или обезвреживания веществ, загрязняющих атмосферу.

Атмосфера – сплошная воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, водяных паров и пылевидных частиц.

Безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях – состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей в ЧС.

Безопасность жизнедеятельности – область научных знаний, изучающая опасности, угрожающие человеку, государству, общественным и иным организациям, и разрабатывающая соответствующие способы защиты от них.

Биогеоценоз – однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (биоценоз) и косных (биотоп) компонентов, объединенных обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Биом – совокупность различных групп организмов и среды их обитания в определенной ландшафтно-географической зоне (например, в тундре, тайге, степи и т. д.).

Биотические факторы – воздействие на организм других живых организмов.

Биотоп – определенная территория со свойственными ей абиотическими факторами среды обитания (климат, почва).

Биоценоз – совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории.

Биопатотип – устойчивая групповая особенность в популяции, характеризующаяся врожденным специфическим закономерным набором программ развития различных хронических болезней разного системного содержания.

Биосфера – область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытывавшие техногенного воздействия.

Болезнь – определенное состояния организма, в котором реализуется одна или несколько программ, возникших на определенном этапе эволюции процессов, сопровождающихся снижением его адаптационного ресурса (синоним – нозология).

Взрыв – быстро протекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся высвобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной ЧС.

«Взрыв» демографический – резкое увеличение народонаселения в результате снижения смертности на фоне высокой рождаемости. Его причины связаны с изменением социально-экономических или общеэкологических условий жизни (включая уровень здравоохранения).

Вид биологический – совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область (ареал).

Возобновимые природные ресурсы – исчерпаемые природные ресурсы, которые по мере использования постоянно восстанавливаются (животный мир, растительность, почва).

«Вторая природа» – изменения природной среды, искусственно вызванные людьми и характеризующиеся отсутствием самоподдержания, т. е. постепенно разрушающиеся без поддерживающего влияния человека (пашни, лесопосадки, искусственные водоемы и др.). Ср. «Третья природа».

Геологический круговорот – круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и литосферой и включающая в себя все океаны, моря, озера, реки, а также подземные воды, льды, снега полярных и высокогорных районов.

Гомеостаз – динамическое равновесие процессов, протекающих в организме, популяции, биоценозе, экосистеме.

Гомосфера – среда обитания человека.

Государственные природные заповедники – территории и акватории, которые полностью изъяты из обычного хозяйственного использования с целью сохранения в естественном состоянии природного комплекса.

Государственный стандарт (ГОСТ) – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Гражданская оборона – система оборонных, инженерно-технических и организационных мероприятий, осуществляемых в целях защиты гражданского населения и объектов народного хозяйства от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении ЧС природного и техногенного характера.

Гражданская ответственность – один из видов юридической ответственности, который наступает при неисполнении или недолжном исполнении обязательств по договорам, при совершении ряда иных гражданских правонарушений. Он выражается в имущественном воздействии на правонарушителя путем возмещения им причиненного вреда или компенсации убытков.

Деградация почв – ухудшение качества почвы в результате снижения плодородия.

Детектор – воспринимающий элемент дозиметрического прибора, обеспечивающий преобразование энергии ионизирующего излучения в другой вид энергии, удобный для регистрации (электрический ток, заряд, электрические импульсы).

Дефляция почв (от лат. *deflatio* – сдувание) – разрушение рыхлых горных пород и почв под действием ветра; наиболее резко проявляется в пустынях.

Доза излучения – мера воздействия ионизирующих излучений на живые организмы.

Доза поглощенная – количество энергии любого вида ионизирующих излучений, поглощенное единицей массы вещества, отнесенное к этой массе.

Доза эквивалентная – мера биологического воздействия различных видов ионизирующих излучений на организм человека, определяется как произведение поглощенной дозы на коэффициент качества излучений.

Доза экспозиционная – количественная характеристика гамма-излучений, основанная на их ионизирующем действии в сухом атмосферном воздухе и выраженная отношением суммарного электрического заряда ионов одного знака, образованных в некоторой массе воздуха, к этой массе.

Дозиметрические приборы – приборы, предназначенные для обнаружения и измерения ионизирующих излучений.

Дозиметрия – область прикладной ядерной физики, в которой изучают физические величины, характеризующие действие ионизирующих излучений на различные объекты.

Договор на комплексное природопользование – документ, предусматривающий условия и порядок использования природных ресурсов, права и обязанности природопользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами, ответственность сторон и возмещение вреда.

Емкость среды – количественная характеристика совокупности условий, ограничивающих рост численности популяции.

Жесткое управление – прямое, непосредственное воздействие на природу, грубо нарушающее естественные процессы с помощью технических средств, коренное преобразование самих механизмов и систем природы. Например, распашка земель, строительство плотин на реках. Ср. Мягкое управление.

Живое вещество – живые организмы, населяющие Землю.

Жизненная установка – относительно устойчивая организация знаний, чувств и мотивов, вызывающая соответствующее отношение человека к событиям и явлениям окружающего мира, оказывающая влияние на его поведение.

Загрязнение – привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно не характерных для нее) вредных химических, физических, биологических, информационных агентов. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природных) или под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Загрязнитель – любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую среду или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки естественного фона. Загрязнителем называют также объект, служащий источником загрязнения среды. Используется также английское слово «поллютант» (*pollutant*).

Загрязняющее вещество – химическое вещество, вызывающее загрязнение.

Заказники – территории, создаваемые на определенный срок (в ряде случаев постоянно) для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. В заказниках сохраняют и восстанавливают плотности популяций одного или нескольких видов животных или растений, а также природные ландшафты, водные объекты и др.

Заменимые природные ресурсы – природные ресурсы, которые можно заменить другими сейчас или в обозримом будущем (все полезные ископаемые, энергоресурсы).

Защищенность в чрезвычайных ситуациях – состояние, при котором предотвращаются, преодолеваются или предельно снижаются негативные

последствия возникновения потенциальных опасностей в ЧС для населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды.

Зона бедствия – часть зоны ЧС, нуждающаяся в дополнительной и немедленно предоставляемой помощи и материальных ресурсах для ликвидации ЧС.

Зона вероятной чрезвычайной ситуации – территория или акватория, на которой существует либо не исключена опасность возникновения ЧС.

Зона временного отселения – территория, откуда при угрозе или во время возникновения ЧС эвакуируют или временно выселяют население с целью обеспечения его безопасности.

Зона ЧС – территория или акватория, на которой в результате возникновения источника ЧС или распространения его последствий из других районов возникла ЧС.

Зона чрезвычайной экологической ситуации – территория, на которой в результате воздействия негативных антропогенных факторов происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей природной среды, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генофондам растений и животных. В Российской Федерации к таким зонам относят районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны побережий Черного и Азовского морей, промзону Урала и др.

Зона экологического бедствия – территория, на которой произошли необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны. Например, зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС, Кузбасс, степные районы Калмыкии.

Идентификация опасности – процесс выяснения факта существования опасности и определения ее характеристик.

Индивидуальный риск – вероятность поражающих воздействий определенного вида (смертельный исход, травма, заболевание), возникающая при реализации определенных опасностей в определенной точке пространства (где может находиться индивидуум).

Инженерная психология – отрасль психологии, исследующая процессы и средства информационного взаимодействия между человеком и машиной.

Институализация – система целесообразно ориентированных стандартов поведения полномочных для определенной деятельности лиц и структур, обеспечивающих данную социальную функцию в конкретной средовой обстановке.

Ионизирующие излучения – виды излучений, источниками которых являются распадающиеся ядра атомов; при взаимодействии с веществом приводят к образованию электрически заряженных частиц.

Источник ЧС – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате которых произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

Исчерпаемые природные ресурсы – природные ресурсы, количество которых ограничено и абсолютно, и относительно (полезные ископаемые, почвы, биологические ресурсы). Их делят на невозобновимые и возобновимые природные ресурсы.

Кадастры природных ресурсов – это свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, который характеризует количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей этого ресурса.

Канцерогены – факторы, способные вызывать злокачественные и доброкачественные новообразования (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи, бенз(а)пирен, некоторые вирусы и др.).

Карантин – это система противоэпидемических и режимных мероприятий, направленных на полную изоляцию очага заражения и ликвидацию инфекционных заболеваний в нем.

Катастрофа – внезапное бедствие, происшествие в технической системе или природной среде, сопровождающееся трагическими последствиями – гибелью или пропажей без вести людей, разрушением зданий, сооружений, уничтожением материальных ценностей.

Качество окружающей среды – совокупность показателей, характеризующих состояние окружающей среды; степень соответствия среды жизни человека его потребностям.

Кислотный дождь – дождь или снег, подкисленный до $\text{pH} < 5,6$ из-за растворения в атмосферной влаге антропогенных выбросов (диоксид серы, оксиды азота, хлороводород и пр.).

Кластер (от англ. *cluster*) – группа элементов какой-либо системы (или систем), связанных общностью структурных и (или) функциональных характеристик, образующих систему более высокого порядка. Например, понятие «синтропийный кластер» ведущей болезни определяет группу болезней, закономерно ее сопровождающих в определенной возрастной группе популяции.

Климат – многолетний режим погоды.

Когнитивный (от англ. *cognition* – знание) – познавательный (подход, процесс и т. д.).

Коммуникация риска – целенаправленный процесс обмена сведениями о различных видах риска между заинтересованными сторонами в целях широкого обсуждения проблем риска в рамках демократического процесса.

Командно-административное управление – управление природопользователями, основанное на установлении норм, стандартов, правил природопользования и соответствующих плановых заданий предприятиям по охране окружающей среды и наказаний от выговора до тюремного заключения или снятия с работы и выплаты штрафов предприятием и его руководством.

Конструктивное воздействие – человеческая деятельность, направленная на восстановление природной среды, нарушенной в результате хозяйственной деятельности человека или природных процессов. Например, рекультивация ландшафтов, восстановление численности редких видов животных и растений и т. д.

Контроль состояния окружающей среды – проверка соответствия показателей качества окружающей среды (воды, атмосферного воздуха, почв и т. д.) установленным нормам и требованиям (ПДК, ПДУ, ПДС, ПДВ, ПДВВ и др.).

Косвенное (опосредованное) воздействие – изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственной деятельностью человека.

Коэволюция общества и природы – совместная, взаимосвязанная эволюция общества и природы.

«Красные приливы» – массовое развитие пиропитовых водорослей, связанное с чрезмерным сбросом в океан органических веществ. Были зафиксированы у берегов Флориды, Индии, Австралии, Японии, Черного моря и т. д.

Красные книги – официальные документы, содержащие систематизированные сведения о животных, растениях и других живых организмах отдельных регионов, стран и планеты в целом, состояние которых вызывает опасение за их будущее. Существуют международная, национальные (федеральные) и локальные (республиканские, областные, краевые) Красные книги.

Круговорот веществ – многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе в тех слоях, которые входят в состав биосферы Земли.

Ксенобиотики – загрязнители окружающей среды из любого класса химических соединений, которые не встречаются в природных экосистемах.

Лимиты на природопользование – предельные объемы природных ресурсов, выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов производства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определенный срок.

Лимитирующий (ограничивающий) фактор – экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида.

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и верхний твердый слой мантии.

Лицензия (разрешение) на комплексное природопользование – документ, удостоверяющий право его владельца на использование в фиксированный период времени природного ресурса (земель, вод, недр и др.), а также на размещение отходов, выбросы и сбросы.

Ликвидация пожара – действия, направленные на окончательное прекращение горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения.

Локализация пожара – действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его успешной ликвидации имеющимися силами и средствами.

Малоотходная технология – такой способ производства, который обеспечивает максимально эффективное использование сырья и энергии с минимумом отходов и потерь энергии.

Материальное стимулирование природоохранной деятельности – обеспечение выгоды для природопользователей природоохранной деятельности.

Медицина катастроф – отрасль медицины; система научных знаний и сфера практической деятельности, направленные на спасение жизни и сохранение здоровья населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и эпидемиях; предупреждение и лечение поражений (заболеваний), возникших при чрезвычайных ситуациях; сохранение и восстановление здоровья участников ликвидации ЧС.

Местообитание – это территория или акватория, занимаемая популяцией (видом), с комплексом присущих ей экологических факторов.

Минерализация – превращение органических остатков в неорганические вещества.

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Мониторинг бывает: фоновый (базовый) –

слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния (осуществляется на базе биосферных заповедников); импактный – слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах; глобальный – слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений (например, за состоянием озонового слоя, изменением климата); региональный – слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, за состоянием озера Байкал); локальный – мониторинг в пределах небольшой территории (например, контроль за состоянием воздуха в городе).

Моделирование – метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования (натурного, математического, логического). Основывается на теории подобия (сходства) с объектом-аналогом.

Мутагены – факторы, способные вызывать мутации (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи, повышенная или пониженная температура, бенз(а)пирен, азотистая кислота, некоторые вирусы и др.).

Мягкое управление – главным образом косвенное, опосредованное воздействие на природу с использованием естественных механизмов саморегуляции, т. е. способности природных систем к восстановлению своих свойств после антропогенного вмешательства. Например, агролесомелиорация.

Напряженность социальная – показатель состояния общества и комплексная характеристика степени социально-психологической адаптации различных категорий населения к трудностям (снижению уровня жизни и социальным изменениям), которая проявляется в резком росте недовольства, недоверия к властям, конфликтности в обществе, тревожности, экономической и психологической депрессии, ажиотажном спросе, ухудшении демографической ситуации, агрессии и т. п. Социальная напряженность возникает на социально-психологическом уровне и является одним из важнейших индикаторов социального кризиса, конфликта.

Национальные парки – относительно большие природные территории и акватории, где обеспечивается выполнение трех основных целей: экологической (поддержание экологического баланса и сохранение природных экосистем), рекреационной (регулируемый туризм и отдых людей) и научной (разработка и внедрение методов сохранения природного комплекса в условиях массового допуска посетителей). В национальных парках существуют зоны хозяйственного использования.

Невозобновимые природные ресурсы – исчерпаемые природные ресурсы, которые абсолютно не восстанавливаются (каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых) или восстанавливаются значительно медленнее, чем идет их использование (торфяники, многие осадочные породы).

Незаменимые природные ресурсы – природные ресурсы, которые нельзя заменить другими природными ресурсами (атмосферный воздух, вода, генетический фонд живых организмов).

Неисчерпаемые природные ресурсы – природные ресурсы, количество которых не ограничено, но не абсолютно, а относительно наших потребностей и сроков существования (воды Мирового океана, пресные воды, атмосферный воздух, энергия ветра, солнечная радиация, энергия морских приливов).

Непреднамеренное воздействие является неосознанным, когда человек не предполагает последствий своей деятельности.

Несчастный случай (НС) – событие, приведшее к смерти, ухудшению здоровья, травмам, ущербу или другим потерям.

Ноксосфера – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Ноосфера – сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития.

Нормирование качества окружающей среды – установление системы количественных и качественных показателей (стандартов) состояния окружающей среды (для воздуха, воды, почвы и т. д.), при которых обеспечиваются благоприятные условия для жизни человека и устойчивого функционирования природных экосистем.

НС бытовой – несчастный случай, происшедший в быту (дома) или при нахождении в организации в нерабочее время.

НС на производстве – несчастный случай, происшедший с работающим на территории организации и вне ее при выполнении работы по заданию работодателя, следовании на работу и с работы на транспорте организации, а также при сопровождении грузов вследствие воздействия вредного или опасного производственного фактора.

Озоносфера – слой атмосферы с наибольшей концентрацией озона на высоте 20...25 км (22...24 км).

Окружающая природная среда – естественная среда обитания и деятельности человека и других живых организмов, включающая литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу и околоземное космическое пространство.

Внутри природной среды выделяют природные ресурсы и природные условия.

Опасность – объективно существующая возможность негативного воздействия на объект или процесс, в результате которого может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий состояние, придающий развитию нежелательные динамику или параметры.

Опасность природная – вероятность проявления в определенный период времени на данной территории опасных природных процессов или явлений.

Опасное природное явление – стихийное событие природного происхождения, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызвать отрицательные последствия для жизнедеятельности людей, экономики и природной среды.

Опасность техногенная – состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной опасности на человека и ОС при его возникновении либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и ОС в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

Опасные отходы – отходы, которые в результате их реакционной способности или токсичности создают непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека или состояния окружающей среды самостоятельно либо при вступлении в контакт с другими веществами и окружающей средой.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – территории или акватории, в пределах которых запрещено их хозяйственное использование и поддерживается их естественное состояние в целях сохранения экологического равновесия, а также в научных, учебно-просветительных, культурно-эстетических целях.

Отходы потребителя – изделия и материалы, утратившие свои потребительские качества вследствие физического либо морального износа.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции или выполнения работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства; а также сопутствующие вещества, образующиеся в процессе производства и не находящие применения в этом производстве.

Охрана природы (охрана окружающей природной среды) – система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов и улучшение состояния природной среды в интересах

удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей. Иначе говоря, система мероприятий по оптимизации взаимоотношений человеческого общества и природы.

Оценка воздействия на окружающую среду – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

Оценка природных ресурсов экономическая – определение их общественной полезности, т. е. вклада данного ресурса (его единицы) в удовлетворение человеческих потребностей через производство или потребление какого-либо продукта или услуги. В узко экономическом смысле – денежное выражение хозяйственной ценности природных ресурсов. Ср. Оценка природных ресурсов внеэкономическая.

Оценка природных ресурсов внеэкономическая – определение экологической, здравоохранительной, социальной, социально-психологической (моральной и культурной), религиозно-культурной и иной ценности природного ресурса, обычно не выражаемой в экономических показателях либо условно выраженная в деньгах как сумма, которой готово и может пожертвовать общество для сохранения природных ресурсов. Ср. Оценка природных ресурсов экономическая.

Оценка риска – научный анализ возникновения риска (возможности опасной ситуации) с целью выявления опасности, определения степени опасности в конкретных условиях. Характеризует вероятность наступления негативного события (аварии, выброса, эпидемии и т. п.).

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Очаг поражения – ограниченная территория, в пределах которой в результате воздействия современных средств поражения произошли массовая гибель или поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушены и повреждены здания и сооружения, а также элементы окружающей природной среды.

Паводок – интенсивный сравнительно кратковременный подъем уровня воды, формируемый сильными дождями, иногда таянием снега при зимних оттепелях.

Память – способность сознания человека удерживать и мысленно воспроизводить прошлые события.

Парадигма (от греч. *paradeigma* – пример, модель, образец) – совокупность явных и неявных предпосылок, определяющих научные исследования и признанных на данном этапе развития науки; совокупность ценностей, методов, технических навыков и средств, принятых в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции в определенный период времени.

Памятники природы – уникальные, невозпроизводимые природные объекты, имеющие научную, экологическую, культурную и эстетическую ценность (пещеры, вековые деревья, скалы, водопады и др.). На территории, где они расположены, запрещена любая деятельность, нарушающая их сохранность.

Парниковый (тепличный, оранжерейный) эффект – разогрев нижних слоев атмосферы вследствие способности атмосферы пропускать коротковолновую солнечную радиацию, но задерживать длинноволновое тепловое излучение земной поверхности. Парниковому эффекту способствует поступление в атмосферу антропогенных примесей (диоксида углерода, пыли, метана, фреонов и т. д.).

Педосфера (почвенный покров) – оболочка Земли, образуемая почвенным покровом; верхняя (дневная) часть литосферы на суше.

Пенные аппараты применяют для очистки газа от аэрозолей полидисперсного состава. Интенсивный пенный режим создается на полках аппарата при линейной скорости газа в его полном сечении 1...4 м/с. Пенные газоочистители обладают высокой производительностью по газу и сравнительно небольшим гидравлическим сопротивлением (DP одной полки около 600 Па). Для частиц с диаметром $d > 5$ мкм эффективность их улавливания на одной полке аппарата 90 %...99 %; при $d < 5$ мкм $h = 75,90$ %. Для повышения h устанавливают двух- и трехполочные аппараты.

Платность природопользования – плата за использование практически всех природных ресурсов, за загрязнение окружающей среды, размещение в ней отходов производства и за другие виды воздействия.

Поведение человека – сложный комплекс двигательных актов, направленных на удовлетворение потребностей организма.

Погода – непрерывно меняющееся состояние атмосферы у земной поверхности, примерно до высоты 20 км (граница тропосферы).

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

Пожарная безопасность объекта – состояние объекта, при котором регламентированной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара.

Пороговая (минимально действующая) концентрация – минимальная концентрация химического вещества, которая вызывает незначительные, но достоверные изменения в организме или в окружающей среде.

Потенциальные природные ресурсы – природные ресурсы, которые в настоящее время не используются человеком вообще либо используются в недостаточной степени (энергия Солнца, морских приливов, ветра и др.).

Потребности человека – источник активности, состояние, выражающее зависимость человека от условий существования.

Пораженный в ЧС – человек, заболевший, травмированный или раненный в результате поражающего воздействия источника ЧС.

Пострадавший в ЧС – человек, пораженный либо понесший материальные убытки в результате возникновения ЧС.

Почва – это поверхностный горизонт земной коры, образующий небольшой по мощности слой, сформировавшийся в результате взаимодействия факторов почвообразования: климата, организмов, почвообразующих пород, рельефа местности, возраста страны (времени), хозяйственной деятельности человека.

Предел выносливости верхний – максимальное количество экологического фактора, при котором жизнедеятельность организмов еще возможна.

Предел выносливости нижний – минимальное количество экологического фактора, при котором жизнедеятельность организмов еще возможна.

Предельно допустимая антропогенная (экологическая) нагрузка на окружающую среду (предельно допустимое вредное воздействие – ПДВВ) – максимальная интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, не приводящая к нарушению устойчивости экологических систем (или, иными словами, к выходу экосистемы за пределы экологической емкости).

Предельно допустимая концентрация (количество) (ПДК) – количество загрязняющего вещества в окружающей среде (почве, воздухе, воде, продуктах питания), которое при постоянном или временном воздейст-

вии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. ПДК рассчитывают на единицу объема (для воздуха, воды), массы (для почвы, пищевых продуктов) или поверхности (для кожи работающих).

Предельно допустимое вредное воздействие (ПДВВ) – см. Предельно допустимая антропогенная (экологическая) нагрузка на окружающую среду.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) или сброс (ПДС) – максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается данному конкретному предприятию выбрасывать в атмосферу или сбрасывать в водоем, не вызывая при этом превышения в них предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) – это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ – это то же, что ПДК, но для физических воздействий.

Преднамеренное воздействие является осознанным, когда человек ожидает определенные результаты своей деятельности.

Природно-ресурсный потенциал – часть природных ресурсов, которая может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человечества. В более узком экономическом понимании – доступная при данных технологиях и социально-экономических отношениях совокупность природных ресурсов.

Природные парки – территории, отличающиеся особой экологической и эстетической ценностью, с относительно мягким охранным режимом и используемые преимущественно для организованного отдыха населения. По своей структуре они более просты, чем национальные природные парки.

Природные ресурсы – элементы природы (объекты и явления), необходимые человеку для его жизнеобеспечения и вовлекаемые им в материальное производство (атмосферный воздух, вода, почва, солнечная радиация, полезные ископаемые, климат, растительность, животный мир и т. д.). Их делят на реальные и потенциальные, заменимые и незаменимые, исчерпаемые и неисчерпаемые природные ресурсы. Ср. Природные условия.

Природные условия – элементы природы (объекты и явления), влияющие на жизнь и деятельность человека, но не вовлеченные в материальное производство (некоторые газы атмосферы, виды животных и

растений и др.). По мере развития науки и техники природные условия становятся природными ресурсами. Ср. Природные ресурсы.

Природопользование – использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Природопользование (как наука) – область знаний, разрабатывающая принципы рационального (разумного) природопользования. Различают природопользование рациональное и нерациональное, общее и специальное.

Природопользование нерациональное – хозяйственная деятельность человека, ведущая к истощению (и даже исчезновению) природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, т. е. к экологическому кризису или катастрофе. Ср. Природопользование рациональное.

Природопользование общее – использование природных ресурсов, не требующее специального разрешения, осуществляемое гражданами на основе принадлежащих им естественных (гуманитарных) прав, существующих и возникающих как результат рождения и существования (пользование воздухом, водой и т. д.). Ср. Природопользование специальное.

Природопользование рациональное – хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и природных условий, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества. Ср. Природопользование нерациональное.

Природопользование специальное – использование природных ресурсов, осуществляющиеся физическими и юридическими лицами на основании разрешения уполномоченных государственных органов. По видам используемых объектов оно подразделяется на землепользование, пользование недрами, лесопользование, водопользование, пользование животным миром (дикими животными и птицами, рыбными запасами), использование атмосферного воздуха. Специальное природопользование регулируется экологическим законодательством. Ср. Природопользование общее.

Продолжительность жизни – длительность существования особи. Различают физиологическую, максимальную и среднюю продолжительность жизни.

Прямое (непосредственное) воздействие – изменение природы в результате прямого воздействия хозяйственной деятельности человека на природные объекты и явления.

Производственная травма (трудовое увечье) – следствие действия на организм различных вредных и (или) опасных производственных факторов.

Производственный травматизм – совокупность НС на производстве (предприятии).

Профессиональное заболевание – хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредных или опасных производственных факторов, повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности.

Профилактика – комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающих в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний, их раннее выявление, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также нацеленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания.

Радиационно опасный объект – объект, на котором производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных, растений, объектов экономики и окружающей природной среды.

Радиоактивное загрязнение – загрязнение поверхности земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности.

Радиоактивные вещества – вещества, ядра атомов которых способны самопроизвольно распадаться.

Риск – потенциальная опасность получения нежелательных (отрицательных) результатов; вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, окружающей среде с учетом тяжести этого вреда.

Сенсорный (от лат. *sensus* – восприятие, чувство, ощущение) – термин, обозначающий что-либо, относящееся к ощущениям и обеспечивающее их.

Скрубберы – аппараты для мокрой очистки газовой смеси от примесей. Мокрая очистка газов от аэрозолей основана на промывке газа жидкостью (обычной водой) при возможно более развитой поверхности контакта жидкости с частицами аэрозоля и возможно более интенсивном перемешивании очищаемого газа с жидкостью. Этот универсальный метод очистки газов от частиц пыли, дыма и тумана любых размеров является наиболее распространенным приемом заключительной стадии механической очистки, в особенности для газов, подлежащих охлаждению. В аппаратах мокрой очистки применяют различные приемы развития поверхности соприкосновения жидкости и газа.

Смог – ядовитая смесь дыма, тумана и пыли. Различают два типа смога: лондонский и лос-анджелесский.

Среда обитания – это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определенное воздействие.

Средняя продолжительность жизни (СПЖ) – это среднее арифметическое продолжительности жизни всех особей популяции.

Средства защиты – средства (промышленные изделия, сооружения и т. д.), предназначенные или приспособленные для предупреждения, устранения или уменьшения воздействия на людей опасных и вредных факторов окружающей (природной или производственной) среды, а также боевых средств поражения.

Стабилизирующее воздействие – человеческая деятельность, направленная на замедление деструкции (разрушения) природной среды в результате как хозяйственной деятельности человека, так и природных процессов. Например, почвозащитные мероприятия, направленные на уменьшение эрозии почв.

Стандарты (нормативы, регламенты) – разрешаемые в законодательном порядке концентрации (содержания) загрязняющих веществ в объектах окружающей среды или величины воздействия.

Стация – местообитание какого-либо вида (популяции) наземных животных.

Стихийное бедствие – катастрофическое природное явление (процесс), которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Стратегический риск – возможность наступления негативных последствий для национальной безопасности и устойчивого развития под влиянием действия чрезвычайных факторов на государственном уровне.

Тектологическая враждебность среды (от греч. *tecton* – строитель) – понятие, введенное А. А. Богдановым, раскрывающее содержание формы отношений «среда – объект – среда», обуславливающее следование объекта требованием среды, которая в системном отношении всегда выше, нежели любой объект среды.

Терроризм – совершение действий, создающих опасность гибели людей, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных общественно опасных последствий, если эти действия совершены в целях нарушения общественной безопасности, устрашения населения либо оказания воздействия на принятие решений органами власти, а также угроза совершения указанных действий в тех же целях.

Тератогены – факторы, способные вызывать уродства (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи, бенз(а)пирен, некоторые вирусы и др.).

Техногенез – совокупность геохимических процессов, вызванных производственно-хозяйственной деятельностью человека.

Техносфера – регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях его наилучшего соответствия их материальным и социально-экономическим потребностям.

Токсичные вещества (от греч. *toxicon* – яд) – вещества, способные при попадании в организм человека или животных вызывать заболевание или их гибель.

Токсины – химические вещества, обладающие свойством токсичности.

Токсичность – ядовитость, т. е. способность оказывать вредное или даже смертельное воздействие на живой организм.

Токсичные промышленные отходы – смеси физиологически активных веществ, образующиеся в процессе технологического цикла в производстве и обладающие токсичным эффектом.

Травма – нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Транквилизатор (от фр. *tranquilliser*, лат. *tranquillo* – успокаивать) – лекарственные средства, способные подавлять патологические страхи, напряжение, беспокойство.

«Третья природа» – искусственный мир, созданный человеком и не имеющий вещественно-энергетической аналогии в естественной природе (города, внутреннее пространство помещений, асфальт, бетон, синтетика и др.). Ср. «Вторая природа».

Убежище – защитное сооружение, в котором в течение определенного времени обеспечиваются условия для укрытия людей с целью защиты от современных средств поражения, поражающих факторов и воздействий опасных химических и радиоактивных веществ.

Укрытие населения в средствах коллективной защиты – сбор, размещение и жизнеобеспечение населения в специально предназначенных для этого сооружениях с целью сохранения жизни и здоровья людей при возникновении ЧС.

Управление природными системами – мероприятия, осуществление которых позволяет изменить природные явления и процессы (усилить или ограничить их) в желательном для человека направлении. Управление природными системами бывает мягкое и жесткое.

Управление природопользователями (управление охраной окружающей среды и рационализацией использования природных ресурсов) – обеспечение норм и требований, ограничивающих вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду, и рациональное использование природных ресурсов, их восстановление и воспроизводство. Управление природопользователями бывает командно-административное и экономическое.

Урбанизация – это исторический процесс повышения роли городов в жизни общества, связанный с концентрацией и интенсификацией несельскохозяйственных функций, распространением городского образа жизни, формированием специфических социально-пространственных форм расселения.

Урбосистемы (урбанистические системы) – искусственные системы (экосистемы), возникающие в результате развития городов и представляющие собой средоточие населения, жилых зданий, промышленных, бытовых, культурных объектов и т. д.

Уровни системной эволюционной организации (УСЭО) информационного механизма живого – форма представления базовых характеристик живого сообразно этапам их появления. В. В. Рево выделяет пять УСЭО (1986) сообразно пяти этапам эволюции информационного механизма живого; на каждом из этапов появились отражающие его специфику программы соответствующих болезней.

Условия жизни – комплекс экологических факторов, под действием которых осуществляются все основные жизненные процессы организмов, включая нормальное развитие и размножение.

Установки очистки газа – это комплекс сооружений, оборудования и аппаратуры, предназначенный для отделения от поступающего из промышленного источника газа или превращения в безвредное состояние веществ, загрязняющих атмосферу. В зависимости от агрегатного состояния улавливаемого или обезвреживаемого вещества установки подразделяются на газоочистные и пылеулавливающие.

Устойчивое развитие – развитие человечества, при котором удовлетворение потребностей осуществляется без ущерба для будущих поколений.

Ущерб – результат изменения состояния объектов, выражающийся в нарушении их целостности или ухудшении других свойств; фактические или возможные экономические и социальные потери (отклонение здоровья человека от среднестатистического значения, т. е. его болезнь или смерть; нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности; утрата того или иного вида собственности; ухудшение природной среды и т. д.), возни-

кающие в результате каких-то событий, явлений, действий; полная или частичная потеря здоровья либо смерть человека, утрата имущества или других материальных, культурных, исторических или природных ценностей.

Фактор воздействия на окружающую среду – любая составляющая часть (элемент) воздействия на окружающую среду, способная приводить к ее изменениям и обуславливающая последствия этих изменений.

Факторы риска – факторы, не являющиеся непосредственной причиной определенной болезни, но увеличивающие вероятность ее возникновения.

Физиологическая продолжительность жизни (ФПЖ) – это продолжительность жизни, которая могла бы быть у особи данного вида, если бы в период всей жизни на нее не оказывали влияние лимитирующие факторы.

Физиологические ритмы – эндогенные биологические ритмы, поддерживающие непрерывную жизнедеятельность организмов (биение сердца, дыхание, работа желез внутренней секреции и др.).

Финансирование природоохранных мероприятий – предоставление денежных средств на природоохранные мероприятия.

Фреоны (хлорфторуглероды, или ФХУ) – высоколетучие, химически инертные у земной поверхности вещества, широко применяемые в производстве и быту в качестве хладагентов (холодильники, кондиционеры, рефрижераторы), пенообразователей и распылителей (аэрозольные упаковки). Фреоны, поднимаясь в верхние слои атмосферы, подвергаются фотохимическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон.

Химически опасный объект – объект, на котором производят, перерабатывают, хранят или транспортируют опасные химические вещества, при аварии или разрушении, на котором может произойти заражение воздуха, местности и находящихся на ней объектов, представляющее опасность для людей, животных и растений.

Химическое оружие – один из видов оружия массового поражения, действие которого основано на использовании боевых токсических химических веществ.

Цветение вод – массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды от зеленой и желто-бурой до красной. Оно обусловлено значительным поступлением в водоемы биогенных элементов (фосфора, азота, калия и др.).

Циклоны – сухие пылеуловители, предназначенные для грубой механической очистки от крупной и тяжелой пыли. Принцип работы – оседание частиц под действием центробежной силы и силы тяжести. Широкое

распространение получили циклоны различных видов: одиночные, групповые, батарейные. Циклоны наиболее часто применяют в промышленности для осаждения твердых аэрозолей. Газовый поток подается в цилиндрическую часть циклона тангенциально, описывает спираль по направлению к дну конической части и затем устремляется вверх через турбулизованное ядро потока у оси циклона на выход. Циклоны характеризуются высокой производительностью по газу, простотой устройства, надежностью в работе. Степень очистки от пыли зависит от размеров частиц. Для циклонов высокой производительности, в частности батарейных циклонов (производительностью более 20000 м³/ч), степень очистки составляет около 90 % при диаметре частиц $d > 30$ мкм.

Циркадные (околосуточные) ритмы – повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений с периодом от 20 до 28 ч.

Цирканые (окологодичные) ритмы – повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений с периодом от 10 до 13 месяцев.

Частота встречаемости – процентное отношение числа проб или учетных площадок, где встречается вид, к общему числу проб или учетных площадок.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Экологическая безопасность – совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимых природной среде, отдельным людям и человечеству.

Экологическая катастрофа (экологическое бедствие) – экологическое неблагополучие, характеризующееся глубокими необратимыми изменениями окружающей среды и существенным ухудшением здоровья населения.

Экологическая культура – это осознание важности экологических проблем для существования человечества. Экологическая культура подразумевает экологическую грамотность, информированность, убежденность и активность в повседневной реализации норм и принципов рационального природопользования и охраны природы.

Экологическая стандартизация – установление единых и обязательных экологических норм и правил.

Экологическая экспертиза – оценка уровня возможных негативных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду, природные ресурсы и здоровье людей.

Экологические правонарушения – нарушения законодательства, связанные с причинением вреда окружающей природной среде. Например, загрязнение природной среды, браконьерство, незаконная вырубка леса и т. д.

Экологические преступления – экологические правонарушения, которые представляют общественную опасность, посягают на экологическую безопасность общества, причиняют ощутимый вред окружающей природной среде и здоровью человека.

Экологические проступки – экологические правонарушения, не относящиеся к категории общественно опасных.

Экологические ритмы – эндогенные биологические ритмы, возникшие как приспособление живых организмов к периодическим изменениям среды (суточные, годовые, приливные, лунные и др.).

Экологические факторы – это отдельные элементы среды обитания, которые воздействуют на организмы.

Экологический аудит – независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологический контроль – деятельность государственных органов, органов местного самоуправления, предприятий и граждан по соблюдению экологических норм и правил. Система экологического контроля включает государственный, муниципальный, производственный и общественный экологический контроль.

Экологический кризис (чрезвычайная экологическая ситуация) – экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды и представляющее угрозу для здоровья людей.

Экологический менеджмент – система управления, которая обеспечивает сочетание эффективности экономики с охраной окружающей среды и с рациональным использованием природных ресурсов и основана на концепции устойчивого развития общества.

Экологический паспорт предприятия-природопользователя – нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных ресурсов (воздуха, природных вод, почв, лесных ресурсов, нефти, каменного угля, торфа, природного газа и т. д.), вторичных

ресурсов (электроэнергии, ГСМ, мазута и т. д.) и данные по влиянию хозяйственной деятельности предприятия на окружающую природную среду.

Экологический риск (1) – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Экологический риск (2) – вероятность деградации ОС или перехода ее в неустойчивое состояние в результате текущей или планируемой хозяйственной деятельности.

Экологическое благополучие экосистемы – состояние экосистемы, которое характеризуется нормальным воспроизведением ее основных звеньев.

Экологическое воспитание – воздействие на сознание в процессе начального формирования (социализации) личности и в последующее время с целью выработки социально-психологических установок и активной гражданской позиции бережного отношения к совокупности природных и социальных благ (природным ресурсам, условиям окружающей человека среды, памятникам культуры, экосистемам всех уровней иерархии, видам живого, отдельным их популяциям и т. д.).

Экологическое образование – система обучения, направленная на усвоение теории и практики экологии, рационального природопользования и охраны природы.

Экологическое право – совокупность эколого-правовых норм (правил поведения), регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и природы с целью охраны окружающей среды, предупреждения вредных экологических последствий, оздоровления и улучшения качества окружающей человека природной среды.

Экологическое прогнозирование – предсказание изменений природных систем в естественных условиях или под воздействием на них человека. Например, прогноз влияния предприятия на окружающую его среду, прогноз воздействия на территорию орошения или осушения, прогноз стихийных бедствий и т. п.

Экономика природопользования – раздел экономики, изучающий главным образом вопросы экономической (в ряде случаев и внеэкономической) оценки природных ресурсов и ущербов от загрязнения среды, а также разрабатывающий экономические методы управления природопользованием.

Экономическое управление – управление природопользователями, основанное на экономическом стимулировании, когда с помощью различных

рычагов (цен, платежей, налоговых льгот и наказаний) государство делает для предприятий более выгодным материально, т. е. более прибыльным, соблюдать природоохранное законодательство, чем нарушать его. Ср. Командно-административное управление.

Экосистема (экологическая система) – система совместно обитающих живых организмов и условий их существования, связанных потоком энергии и круговоротом веществ.

Экотоны – переходные зоны между сообществами.

Экоцентризм – тип общественного сознания, основывающийся на понимании необходимости коэволюции человека и биосферы.

Электростатическая очистка газов служит универсальным средством, пригодным для любых аэрозолей, включая туманы кислот, и при любых размерах частиц. Метод основан на ионизации и зарядке частиц аэрозоля при прохождении газа через электрическое поле высокого напряжения, создаваемое коронирующими электродами. Осаждение частиц происходит на заземленных осадительных электродах. Промышленные электрофильтры состоят из ряда заземленных пластин или труб, через которые пропускается очищаемый газ. Между осадительными электродами подвешены проволочные коронирующие электроды, к которым подводится напряжение 25...100 кВ.

Эмерджентность – наличие у системы особых, качественно новых свойств, не присущих сумме свойств ее отдельных элементов. Например, нельзя предсказать свойства воды только исходя из свойств кислорода и водорода.

Энтропийная безопасность – обеспечение устойчивой негэнтропии в системе как едином многоуровневом организме, представляющем собой динамичную стохастическую систему производителей энтропии, с одной стороны, и источников негэнтропии, с другой.

Энтропия (от греч. *entropia* – поворот, превращение) – мера вероятности пребывания системы в данном состоянии; мера неупорядоченности системы. Энтропия, взятая с обратным знаком, называется негэнтропией.

Эпидемическая обстановка – состояние распространенности инфекционной болезни людей на конкретной территории в определенный промежуток времени.

Эпидемия – массовое прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.

Эпизоотии (от греч. *epi* – расположение над чем-либо, поверх чего-либо, внутри чего-либо и *zoon* – животное) – заболеваемость животных инфекционной болезнью, значительно превышающая обычный уровень заболеваемости ею на данной территории.

Эпифитотии (от греч. *epi* – расположение над чем-либо, поверх чего-либо, внутри чего-либо и *phyton* – растение, побег) – заболеваемость растений инфекционной болезнью, значительно превышающая обычный уровень заболеваемости ею на данной территории.

Эргономика (от греч. *ergon* – работа и *nomos* – закон) – наука о приспособлении рабочих мест, предметов и объектов труда, исходя из физических и психических особенностей человеческого организма, для наиболее безопасного и эффективного труда работника и оптимизации общей производительности системы.

Эрозия (от лат. *erosio* – разъедание) – разрушение, размыв горных пород и почв текучими водами.

Этика (от греч. *ethice* – учение о нравственности, нравственная философия) – философская наука, объектом изучения которой является мораль; нравственность как форма общественного сознания, как одна из важнейших сторон жизнедеятельности человека, специфическое явление общественно-исторической жизни.

Эффективность природопользования – эколого-социально-экономическая результативность использования природных ресурсов и эксплуатации природной среды.

Эффективность природоохранных мероприятий – эколого-социально-экономическая результативность проведения тех или иных природоохранных мероприятий.

Ятрогенная пандемия (от греч. *iatros* – врач и *pandemos* – всеобщий, всенародный) – развитие массового распространения хронических неинфекционных болезней, охватывающее несколько стран или континентов, обусловленное использованием некорректно обоснованных врачебных рекомендаций.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Глобальные экологические проблемы.....	3
1.1. Изменение климата Земли. Влияние природных процессов и антропогенной деятельности на глобальное изменение климата на планете.....	3
1.2. Основные техногенные источники выбросов парниковых газов (диоксид углерода, метан и др.) в атмосферу Земли.....	12
1.3. Суть «парникового эффекта».....	14
1.4. Разрушение озонового слоя планеты.....	15
1.5. Парижское соглашение.....	19
Вопросы для самоконтроля.....	20
2. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы.....	22
2.1. Классификация загрязнений атмосферы Земли.....	22
2.2. Основные химические соединения, загрязняющие атмосферный воздух, и их воздействие на организм человека.....	25
2.3. Виды атмосферного загрязнения по территориальному признаку.....	38
2.4. Способы нормирования качества атмосферного воздуха, предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимые выбросы в результате работы промышленных предприятий и автотранспорта.....	40
2.5. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).....	41
2.6. Обустройство санитарно-защитных зон.....	42
Вопросы для самоконтроля.....	46
3. Проблема водообеспеченности в мире и источники загрязнения водных ресурсов.....	47
3.1. Основные направления использования водных ресурсов в мире и Республике Беларусь.....	47
3.2. Сущность проблемы дефицита пресной воды в мире.....	49
3.3. Проблема роста потребления воды в жилищно-коммунальном хозяйстве.....	51
3.4. Роль оборотно-повторного водоснабжения.....	51
3.5. Роль техногенных катастроф в загрязнении вод Мирового океана.....	52
3.6. Оценка состояния и нормирования качества воды.....	54
3.7. Основные направления охраны водных ресурсов.....	60

3.8. Современные и уникальные технологии ликвидации последствий образования гигантских нефтяных пятен в Мировом океане.....	61
Вопросы для самоконтроля.....	64
4. Экологические проблемы использования земельных и биологических ресурсов.....	65
4.1. Эколога-экономическое и санитарно-гигиеническое значение биологических ресурсов.....	65
4.2. Исчерпаемость, ограниченность и незаменимость земельных ресурсов.....	67
4.3. Эффективность плодородия почв, способы его повышения.....	72
4.4. Источники загрязнения земельных ресурсов.....	75
4.5. Аварийное загрязнение почв нефтепродуктами.....	77
4.6. Вещества, применяемые в сельском хозяйстве (пестициды, стимуляторы роста сельскохозяйственных растений и др.), их роль в патологии человека.....	77
4.7. Проблема усиления рекреационной нагрузки на природные объекты.....	81
4.8. Зоны, нормативы озеленения городских территорий и оздоровительная функция зеленых насаждений.....	82
4.9. Биоиндикация как метод.....	83
Вопросы для самоконтроля.....	84
5. Санитарное состояние природной среды и ее влияние на здоровье человека.....	85
5.1. Здоровье населения и окружающая среда.....	85
5.2. Основные показатели заболеваемости населения как индикатор санитарного состояния природной среды.....	87
5.3. Классификация опасных производств.....	89
5.4. Бактериологическое загрязнение питьевой воды, способы ее обеззараживания и очищения.....	92
5.5. Особо опасные инфекции. Потенциальный риск эпидемий после стихийных бедствий, приоритетные меры профилактики.....	96
5.6. Токсичные химические соединения, образующиеся при приготовлении пищи.....	98
5.7. Металлы, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания.....	103
5.8. Генная инженерия и возможные риски использования генномодифицированных продуктов.....	105
Вопросы для самоконтроля.....	106

6. Исчерпаемые источники энергии. Рациональное использование ресурсов недр.....	108
6.1. Проблема исчерпаемости и невозобновляемости полезных ископаемых.....	108
6.2. Причины и последствия топливно-энергетического кризиса в мире.....	112
6.3. Крупнейшие техногенные катастрофы в местах добычи топливных ресурсов.....	116
6.4. Способы увеличения коэффициента извлечения природного сырья в горнодобывающей промышленности.....	120
6.5. Характеристики различных типов электростанций, их КПД, сроки службы и окупаемости.....	122
Вопросы для самоконтроля.....	128
7. Нетрадиционные источники энергии.....	130
7.1. Типы альтернативных источников энергии.....	130
7.2. Перспективы развития ветроэнергетики в мире и Республике Беларусь.....	135
7.3. Виды фотоэлектрических преобразователей, достоинства и недостатки солнечных батарей и коллекторов.....	137
7.4. Альтернатива бесвинцовому бензиновому топливу.....	139
7.5. Энергия биомассы и производимые виды топлива, перспективы ее использования в Республике Беларусь	144
7.6. Перспективы использования различных видов отходов в теплоэнергетике страны.....	147
7.7. Способы утилизации и эффективность вторичного использования бытовых отходов и отходов сельскохозяйственного производства.....	152
7.8. Биогаз, роль технологии в решении глобальных экологических проблем.....	154
Вопросы для самоконтроля.....	155
8. Энергосбережение в зданиях и сооружениях.....	157
8.1. Законодательство Республики Беларусь в области энергосбережения.....	157
8.2. Оценка эффективности систем энергосбережения зданий.....	164
8.3. Основные принципы достижения низкого энергопотребления.....	167
8.4. Примеры строительства экодому в мире и Республике Беларусь.....	170

8.5. Автоматизированные системы управления энергопотреблением.....	171
8.6. Бытовые приборы регулирования и учета потребляемых энергоресурсов.....	174
8.7. Тепловая модернизация зданий как одно из направлений энергосбережения.....	176
8.8. Рациональные системы отопления зданий.....	178
8.9. Эффективные источники освещения.....	183
8.10. Рациональное использование электрической энергии в быту.....	187
Вопросы для самоконтроля.....	191
9. Физическая природа источников радиационной опасности для человека и природной среды.....	192
9.1. Основные виды распадов радиоактивных ядер и их характеристика. Явление радиоактивности. Свойства ионизирующих излучений.....	192
9.2. Проникающая способность ионизирующих излучений.....	197
9.3 Радиоактивность и единицы ее измерения.....	199
9.4. Цепная реакция деления тяжелых ядер.....	203
9.5. Естественные и искусственные источники радиации.....	204
9.6. Понятие о ядерном реакторе и принципе его работы.....	205
Вопросы для самоконтроля.....	212
10. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека.....	213
10.1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и биологическими объектами.....	213
10.2. Действия ионизирующих излучений на клетку, ткани и органы организма человека.....	214
10.3. Действия больших и малых доз радиации на человека.....	217
10.4. Принципы и критерии радиационной безопасности.....	222
10.5. Нормы радиационной безопасности.....	224
10.6. Организация дозиметрического контроля населения при радиационном облучении.....	226
10.7. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде.....	229
10.8. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения.....	230
Вопросы для самоконтроля.....	231
11. Основные способы защиты населения и объектов.....	233
11.1. Чрезвычайные ситуации, их классификация.....	233

11.2. Поражающие факторы чрезвычайных ситуаций.....	235
11.3. Устойчивость функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях.....	239
11.4. Эвакуация населения.....	241
11.5. Укрытие населения в защитных сооружениях.....	245
11.6. Применение населением средств индивидуальной и медицинской защиты, правила оказания первой помощи.....	246
11.7. Организация химического контроля в зонах химического заражения.....	249
Вопросы для самоконтроля.....	253
12. Безопасность на производстве. Правовые и организационные вопросы охраны труда.....	255
12.1. Система «человек – производственная среда».....	255
12.2. Понятия об условиях труда. Благоприятные и неблагоприятные условия труда.....	259
12.3. Понятие риска. Оценка рисков.....	266
12.4. Основные причины несчастных случаев на производстве.....	268
12.5. Расследование, учет, анализ несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.....	269
12.6. Понятие о правовой основе охраны труда. Правовые нормы – законы и подзаконные акты в области охраны труда.....	280
12.7. Надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства, норм и правил по охране труда.....	285
Вопросы для самоконтроля.....	287
13. Производственная санитария.....	289
13.1. Производственная санитария и гигиена труда.....	289
13.2. Основной состав загрязнителей. Гигиеническая оценка загрязненности воздушной среды на местах.....	290
13.3. Микроклимат производственных помещений.....	296
13.4. Основные методы и средства оздоровления воздушной среды в производственных помещениях.....	297
13.5. Назначение производственного освещения. Виды и характеристики освещения. Гигиеническая оценка и нормирование зрительных условий труда.....	300
13.6. Классификация шумов по природе происхождения, ширине спектра, временным характеристикам. Воздействие шума на организм человека. Гигиеническая оценка шума и его нормирование в жилой зоне и на рабочих местах. Принципы, методы и средства защиты от шума.....	302

13.7. Вибрация.....	311
Вопросы для самоконтроля.....	315
14. Электробезопасность.....	317
14.1. Действие электрического тока на организм человека.....	317
14.2. Факторы, влияющие на исход электрического поражения.....	320
14.3. Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока...	322
14.4. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.....	325
14.5. Выбор схемы сети и режима нейтрали источника в трехфазных сетях исходя из технологических (производственных) требований и безопасности.....	328
14.6. Организационные и технические мероприятия, технические способы и средства обеспечения электробезопасности.....	330
Вопросы для самоконтроля.....	337
15. Основы пожарной безопасности.....	338
15.1. Основные понятия пожарной безопасности.....	338
15.2. Пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов, номенклатура и применяемость показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов.....	342
15.3. Причины пожаров на производстве. Опасные факторы пожара: первичные, вторичные.....	345
15.4. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.....	347
15.5. Пожарная безопасность объекта: система предотвращения пожара, система противопожарной защиты, организационно-технические мероприятия.....	350
15.6. Технические средства противопожарной защиты: автоматические установки пожарной сигнализации и тушения пожара....	351
15.7. Первичные средства пожаротушения.....	354
15.8. Общие требования пожарной безопасности к промышленным предприятиям: содержание территории, зданий (сооружений), помещений, инженерного оборудования, технических и первичных средств пожаротушения, обеспечение эвакуации людей при пожаре.....	357
15.9. Государственный пожарный надзор в Республике Беларусь.....	360
Вопросы для самоконтроля.....	367
16. Защита от опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере.....	369
16.1. Виды опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере, их влияние на здоровье человека.....	369

16.2. Основные требования к организации рабочего места пользователя.....	371
16.3. Требования к визуальным эргономическим параметрам.....	375
16.4. Преимущества жидкокристаллических дисплеев (мониторов).....	376
16.5. Требования электробезопасности при нормальных условиях эксплуатации компьютера и в аварийной ситуации.....	377
16.6. Способы и средства защиты от электромагнитных излучений, повышенного шума и вибрации при работе на персональном компьютере.....	380
16.7. Предупреждение зрительного переутомления, чрезмерной статической нагрузки.....	382
Вопросы для самоконтроля.....	383
Нормативные документы системы стандартов безопасности труда.....	384
Список литературы.....	390
Глоссарий.....	391

Учебное издание

Щур Александр Васильевич
Шаршунов Вячеслав Алексеевич
Липская Дина Анатольевна и др.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Учебно-методическое пособие

Редакторы *И. В. Голубцова, А. Т. Червинская*
Художественное оформление обложки *В. П. Бабичева*
Компьютерный дизайн *Н. П. Полевнича*

Подписано в печать 27.12.2021. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 24,88. Уч.-изд. л. 26,63. Тираж 50 экз. Заказ № 927.

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.