

Лекция 3. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

1.1. Защита населения и территорий при авариях на радиационно опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ в окружающую среду

Общие сведения об авариях на радиационно опасных объектах

За последние четыре десятилетия атомная энергетика и использование расщепляющих материалов прочно вошли в жизнь человечества. В настоящее время в мире работает более 450 ядерных реакторов. Атомная энергетика позволила существенно снизить «энергетический голод» и оздоровить экологию в ряде стран. Так, во Франции более 75% электроэнергии получают от АЭС и при этом количество углекислого газа, поступающего в атмосферу, удалось сократить в 12 раз. В условиях безаварийной работы АЭС атомная энергетика – пока самое экономичное и экологически чистое производство энергии и альтернативы ей в ближайшем будущем не предвидится. Вместе с тем бурное развитие атомной промышленности и атомной энергетики, расширение сферы применения источников радиоактивности обусловили появление радиационной опасности и риска возникновения радиационных аварий с выбросом радиоактивных веществ и загрязнением окружающей среды. Радиационная опасность может возникать при авариях на радиационно опасных объектах (РОО). *РОО* – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества и при аварии, на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

В настоящее время в России функционирует более 700 крупных радиационно опасных объектов, которые в той или иной степени представляют радиационную опасность, но объектами повышенной опасности являются атомные станции. Практически все действующие АЭС расположены в густонаселенной части страны, а в их 30-километровых зонах проживает около 4 млн. человек. Общая площадь радиационно дестабилизированной территории России превышает 1 млн. км², на ней проживает более 10 млн. человек. Первая в мире атомная электростанция (АЭС) опытно-промышленного назначения была введена в эксплуатацию в Обнинске Калужской области 27 июня 1954 г. А первый в мире атомный ледокол «Ленин» был спущен на воду 5 декабря 1957 г. Затем АЭС начали строить и в других странах, в 1956 г. – в Великобритании, 1957 г. – в США. Сравнительный анализ опасности различных объектов показывает, что риск смертельных поражений от выбросов АЭС при нормальной их работе в 400 раз меньше, чем от выбросов вредных веществ, источниками которых являются тепловые электростанции. Поэтому эксперты-специалисты ставят ядерную энергетику по степени опасности на 30-е место, в то время как

неядерной энергетике отводят 9-е место. Вместе с тем на объекте ядерной энергетике поражающие факторы и ущерб несоизмеримы с техногенным воздействиями от любых других аварий и катастроф.

Радиационная авария – это потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

Аварии на РОО могут привести к радиационной чрезвычайной ситуации (РЧС). Под *радиационной чрезвычайной ситуацией* понимается неожиданная опасная радиационная ситуация, которая привела или может привести к незапланированному облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверхустановленных гигиенических нормативов и требует экстренных действий по защите людей и среды обитания.

Классификация радиационных аварий. Аварии, связанные с нарушением нормальной эксплуатации РОО, подразделяются на проектные и запроектные.

Проектная авария – авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния, в связи с чем предусмотрены системы безопасности.

Запроектная авария – вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и приводит к тяжелым последствиям. При этом может произойти выход радиоактивных продуктов в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающей территории, возможному облучению населения выше установленных норм. В тяжелых случаях могут произойти тепловые и ядерные взрывы.

В зависимости от границ зон распространения радиоактивных веществ и радиационных последствий потенциальные аварии на АЭС делятся на шесть типов: *локальная, местная, территориальная, региональная, федеральная, трансграничная.*

Если при региональной аварии количество людей, получивших дозу облучения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации, может превысить 500 человек, или количество людей, у которых могут быть нарушены условия жизнедеятельности, превысит 1 000 человек, или материальный ущерб превысит 5 млн. минимальных размеров оплаты труда, то такая авария будет федеральной.

При трансграничных авариях радиационные последствия аварии выходят за территорию Российской Федерации, либо данная авария произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации.

За суммарный срок эксплуатации всех имеющихся в мире реакторов АЭС, равный 6 000 лет, произошли лишь 3 крупные аварии: в Англии (Уиндекейл, 1957 г.), в США (Три-Майл-Айланд, 1979 г.) и в СССР (Чернобыль, 1986 г.). Авария на Чернобыльской АЭС была наиболее тяжелой. Эти аварии сопровождались человеческими жертвами, радиоактивным загрязнением больших площадей и огромным материальным ущербом. В результате аварии в Уиндекейле погибло 13 человек и оказалась

загрязнена радиоактивными веществами территория площадью 500 км². Прямой ущерб аварии в Три-Майл-Айланде составил сумму свыше 1 млрд. долл. При аварии на Чернобыльской АЭС погибло 30 человек, свыше 500 было госпитализировано и 115 тыс. человек эвакуировано.

Международным агентством по атомной энергетике (МАГАТЭ) разработана международная шкала событий на АЭС, включающая 7 уровней. По ней авария в США относится к 5 уровню (с риском для окружающей среды), в Великобритании – к 6 уровню (тяжелая), Чернобыльская авария – к 7 уровню (глобальная).

Общая характеристика последствий радиационных аварий

Долгосрочные последствия аварий и катастроф на объектах с ядерной технологией, которые носят экологический характер оцениваются, главным образом, по величине радиационного ущерба, наносимого здоровью людей. Кроме того, важной количественной мерой этих последствий является степень ухудшения условий обитания и жизнедеятельности людей. Безусловно, уровень смертности и ухудшения здоровья людей имеет прямую связь с условиями обитания и жизнедеятельности, поэтому рассматриваются в комплексе с ними.

Последствия радиационных аварий обусловлены их *поражающими факторами*, к которым на объекте аварии относятся ионизирующее излучение как непосредственно при выбросе, так и при радиоактивном загрязнении территории объекта; ударная волна (при наличии взрыва при аварии); тепловое воздействие и воздействие продуктов сгорания (при наличии пожаров при аварии). Вне объекта аварии поражающим фактором является ионизирующее излучение вследствие радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Медицинские последствия радиационных аварий

Любая крупная радиационная авария сопровождается двумя принципиально различающимися между собой видами возможных медицинских последствий:

- *радиологическими последствиями*, которые являются результатом непосредственного воздействия ионизирующего излучения;
- различными расстройствами здоровья (*общими*, или *соматическими расстройствами*), вызванными социальными, психологическими или стрессорными факторами, т. е. другими повреждающими факторами аварии нерадиационной природы.

Радиологические последствия (эффекты) различаются по времени их проявления: *ранние* (не более месяца после облучения) и *отдаленные*, возникающие по истечении длительного срока (годы) после радиационного воздействия.

Последствия облучения организма человека заключаются в разрыве молекулярных связей; изменении химической структуры соединений,

входящих в состав организма; образовании химически активных радикалов, обладающих высокой токсичностью; нарушении структуры генетического аппарата клетки. В результате изменяется наследственный код и происходят мутагенные изменения, приводящие к возникновению и развитию злокачественных новообразований, наследственных заболеваний, врожденных пороков развития детей и появлению мутаций в последующих поколениях. Они могут быть соматическими (от греч. soma – тело), когда эффект облучения возникает у облученного, и наследственными, если он проявляется у потомства.

Наиболее чувствительны к радиационному воздействию кроветворные органы (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы), эпителий слизистых оболочек (в частности, кишечника), щитовидная железа. В результате действия ионизирующих излучений возникают тяжелейшие заболевания: лучевая болезнь, злокачественные новообразования и лейкомии. Так, в Челябинской области после радиационной аварии в 1957 г. пик лейкозий был достигнут спустя 15–19 лет после аварии, а после Чернобыльской катастрофы – на 7–9-й год, главным образом среди молодежи.

При радиационном воздействии последствия для здоровья определяются дозой облучения и временем, за которое человек ее получил. Так, при Чернобыльской аварии высокие дозы облучения (более 1 Зв) получили персонал и пожарные на площади четвертого энергоблока. Среднее значение доз для ликвидаторов около 100 мЗв.

Острая лучевая болезнь возникла у 134 человек, из них 28 человек погибли в течение нескольких месяцев после аварии, еще 19 умерли от разных причин в течение последующих 19 лет. Следствием радиационного воздействия являлась повышенная заболеваемость ликвидаторов лейкозами (заболело 170 ликвидаторов). Среди ликвидаторов чаще регистрируются заболевания эндокринной системы (в 4 раза), болезни системы кровообращения (в 3–4 раза), психические расстройства, болезни нервной системы, болезни костно-мышечной системы и органов пищеварения (в 2 раза).

Для населения наиболее серьезным медицинским последствием аварии стали заболевания, в том числе рак щитовидной железы. Щитовидная железа – это орган, чувствительный к облучению радиоактивным йодом. Самыми уязвимыми оказались те, кто на момент аварии были детьми и подростками. На самой ранней стадии аварии отсутствовали организованные меры по предупреждению облучения щитовидной железы, прежде всего у детей. За исключением щитовидной железы дозы облучения населения от Чернобыльской аварии относительно невелики. Ни в одной из областей России, за исключением Брянской области, население не получило за 10 лет после аварии доз облучения выше 50 мЗв. По оценкам, в Брянской области дозы выше 50 мЗв за 10 лет получили около 47 тыс. человек, из них около 25 тыс. получили дозы выше 70 мЗв.

Экологические последствия радиационных аварий

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами

радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Основными специфическими явлениями и факторами, обуславливающими экологические последствия при радиационных авариях и катастрофах, служат радиоактивные излучения из зоны аварии, а также из формирующегося при аварии и распространяющегося в приземном слое облака (облаков) загрязненного радионуклидами воздуха; радиоактивное загрязнение компонентов окружающей среды.

Главными особенностями экологических последствий загрязнения биосферы могут быть долгосрочный характер и непрерывное их проявление как в процессе возникновения и развития аварии, так и во время ликвидации ее последствий и восстановления качества окружающей среды. Эти особенности обусловлены природой радиоактивных веществ, ядерных материалов и тех ядерных превращений и процессов, которые происходят при авариях и катастрофах. Степень опасности радиоактивно загрязненных поверхностей определяется радионуклидным составом загрязнений и их плотностью, характером загрязненных поверхностей, временем прошедшим после загрязнения и другими причинами.

В соответствии с удельным весом в составе выбросов биологически наиболее значимых радионуклидов при аварии ядерных реакторов в развитии радиационной обстановки выделяют, как правило два основных периода: «йодовой опасности» продолжительностью до 2 месяцев и «цезиевой опасности», который продолжается многие годы. В «йодовом периоде», кроме внешнего облучения (до 45% дозы за первый год), основные проблемы связаны с молоком и листовыми овощами – главными «поставщиками» радионуклида йода внутрь организма.

Как известно, авария на Чернобыльской АЭС сопровождалась первоначальными взрывами и мгновенными выбросами как радиоактивных веществ, накопившихся в реакторе за время его работы, так и компонентами ядерного топлива. В результате разрушения реактора образовалось парогазовое облако, содержащее большое количество биологически опасных изотопов (плутоний-239, америций-242, стронций-90, цезий-137, ксенон-133, йод-131). Выход радиоактивных веществ в атмосферу существенно зависел от их летучести. Высокой летучестью обладали йод-131 (20%), цезий-137 (15%), цезий-134 (10%), стронций-90 (4%). Причем, йод и цезий, содержащиеся в выбросах, имеют наиболее важное радиобиологическое значение.

Воздушные массы, двигавшиеся 26 апреля 1986 г. на запад, 27 апреля на север и северо-запад, 28–

29 апреля от северного направления повернули на восток, юго-восток и далее 30 апреля юг (на Киев). Последующее длительное поступление радионуклидов в атмосферу происходило за счет горения

графита в активной зоне реактора. Основной выброс радиоактивных продуктов продолжался в течение 10 суток. Однако истечение радиоактивных веществ из разрушенного реактора и формирование зон загрязнения продолжались в течение месяца. Долгосрочный характер воздействия радионуклидов

определялся значительным периодом полураспада. Осаждение радиоактивного облака и формирование следа происходили длительное время. В течение этого времени изменялись метеорологические условия и след радиоактивного облака приобрел сложную конфигурацию. Фактически сформировались два радиоактивных следа: западный и северный. Наиболее тяжелые радионуклиды распространялись на запад, а основная масса более легких (йод и цезий), поднявшись выше 500–600 м (до 1,5 км), была перенесена на северо-запад.

В результате аварии около 5% радиоактивных продуктов, накопившихся за 3 года работы в реакторе, вышли за пределы промышленной площадки станции. Летучие изотопы цезия (134 и 137) распространились на огромные расстояния (значительное количество по всей Европе) и были обнаружены в большинстве стран

и океанах Северного полушария. Чернобыльская авария привела к радиоактивному загрязнению территорий 17 стран Европы общей площадью 207,5 тыс. км², с площадью загрязнения цезием выше 1 Кю/км².

Если выпадения по всей Европе принять за 100%, то из них на территорию России пришлось 30%, Белоруссии – 23%, Украины – 19%, Финляндии – 5%, Швеции – 4,5%, Норвегии – 3,1%. На территориях России, Белоруссии и Украины в качестве нижней границы зон радиоактивного загрязнения был принят уровень загрязнения 1 Кю/км².

Сразу после аварии наибольшую опасность для населения представляли радиоактивные изотопы йода. Максимальное содержание йода-131 в молоке и растительности наблюдалось с 28 апреля по 9 мая 1986 г. Однако в этот период «йодовой опасности» защитные мероприятия почти не проводились.

В дальнейшем радиационную обстановку определяли долгоживущие радионуклиды. С июня 1986 г. радиационное воздействие формировалось в основном за счет радиоактивных изотопов цезия, а в некоторых районах Украины и Белоруссии также и стронция. Наиболее интенсивные выпадения цезия характерны для центральной 30-кило-метровой зоны вокруг Чернобыльской АЭС. Другая сильно загрязненная зона – это некоторые районы Гомельской и Могилевской областей Белоруссии и Брянской области России, которые расположены примерно в 200 км от АЭС. Еще одна, северо-восточная зона расположена в 500 км от АЭС, в нее входят некоторые районы Калужской, Тульской и Орловской областей. Из-за дождей выпадения цезия легли «пятнами», поэтому даже на соседних территориях плотность загрязнения могла различаться в десятки раз. Осадки сыграли существенную роль в формировании выпадений – в зонах выпадения дождевых осадков загрязнение в 10 и более раз превышало выпадение в «сухих» местах. При этом в России выпадения были «размазаны» на достаточно большой территории, поэтому общая площадь территорий, загрязненных выше 1 Кю/км², в России наибольшая. А в Белоруссии, где выпадения оказались более сконцентрированными, образовалась наибольшая по сравнению с другими странами площадь территорий, загрязненных свыше 40 Кю/км². Плутоний-239 как тугоплавкий элемент не распространился в значительных количествах (превышающих допустимые значения в 0,1 Кю/км²) на большие расстояния. Его выпадения практически ограничились 30-километровой зоной. Однако эта зона площадью около 1 100 км² (где и стронция-90 в

большинстве случаев выпало более 10 Кю/км²) стала надолго непригодной для проживания человека и хозяйствования, так как период полураспада плутония-239 составляет 24,4 тыс. лет.

В России общая площадь радиоактивно загрязненных территорий с плотностью загрязнения выше 1 Кю/км² по цезию-137 достигала 100 тыс. км², а свыше 5 Кю/км² – 30 тыс. км². На загрязненных территориях оказалось 7 608 населенных пунктов, в которых проживало около 3 млн. человек. Вообще же радиоактивному загрязнению подверглись территории 16 областей и 3 республик России (Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Ленинградской, Нижегородской, Орловской, Пензенской, Рязанской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской, Тульской, Ульяновской, Мордовии, Татарстана, Чувашии).

Радиоактивное загрязнение затронуло более 2 млн. га сельхозугодий и около 1 млн. га лесных земель. Территория с плотностью загрязнения 15 Кю/км² по цезию-137, а также радиоактивные водоемы находятся только в Брянской области, в которой прогнозируется исчезновение загрязнения примерно через 100 лет после аварии. При распространении радионуклидов транспортирующей средой является воздух или вода, а роль концентрирующей и депонирующей среды выполняют почва и донные отложения. Территории радиоактивного загрязнения – это, главным образом, сельскохозяйственные районы. Это значит, что радионуклиды могут попасть с продуктами питания в организм человека. Радиоактивное загрязнение водоемов, как правило, представляет опасность лишь в первые месяцы после аварии. Наиболее доступны для усвоения растениями «свежие» радионуклиды при поступлении аэральным путем и в начальный период пребывания в почве (например, для цезия-137 заметно уменьшение поступления в растения с течением времени, т. е. при «старении» радионуклида).

Сельскохозяйственная продукция (прежде всего молоко) при отсутствии соответствующих запретов на ее употребление стала главным источником облучения населения радиоактивным йодом в первый месяц после аварии. Местные продукты питания вносили существенный вклад в дозы облучения и во все последующие годы. В настоящее время, спустя 20 лет, потребление продукции подсобных хозяйств и даров леса дает основной вклад в дозу облучения населения. Принято считать, что 85% суммарной прогнозируемой дозы внутреннего облучения на последующие 50 лет после аварии составляет доза внутреннего облучения, обусловленная потреблением продуктов питания, которые выращены на загрязненной территории, и лишь 15% падает на дозу внешнего облучения. В результате радиоактивного загрязнения компонентов окружающей среды происходят включение радионуклидов в биомассу, их биологическое накопление с последующим негативным воздействием на физиологию организмов, репродуктивные функции и т. д.

На любом этапе получения продукции и приготовления пищи можно уменьшить поступление радионуклидов в организм человека. Если тщательно мыть зелень, овощи, ягоды, грибы и другие продукты, радионуклиды не будут попадать в организм с частичками почвы. Эффективные пути уменьшения поступления цезия из почвы в растения – глубокая перепашка (делает цезий

недоступным для корней растений); внесение минеральных удобрений (снижает переход цезия из почвы в растение); подбор выращиваемых культур (замена на виды, накапливающие цезий в меньшей степени). Уменьшить поступление цезия в продукты животноводства можно подбором кормовых культур и использованием специальных пищевых добавок. Сократить содержание цезия в продуктах питания можно различными способами их переработки и приготовления. Цезий растворим в воде, поэтому за счет вымачивания и варки его содержание уменьшается. Если овощи, мясо, рыбу варить 5–10 минут, то 30–60% цезия перейдет в отвар, который затем стоит слить. Квашение, маринование, соление снижает содержание цезия на 20%. То же относится и к грибам. Их очистка от остатков почвы и мха, вымачивание в солевом растворе и последующее кипячение в течение 30–45 минут с добавлением уксуса или лимонной кислоты (воду сменить 2–3 раза) позволяют снизить содержание цезия до 20 раз. У моркови и свеклы цезий накапливается в верхней части плода, если ее срезать на 10–15 мм, его содержание снизится в 15–20 раз. У капусты цезий сосредоточен в верхних листьях, удаление которых уменьшит его содержание до 40 раз. При переработке молока на сливки, творог, сметану содержание цезия снижается в 4–6 раз, на сыр, сливочное масло – в 8–10 раз, на топленое масло – в 90–100 раз.

Радиационная обстановка зависит не только от периода полураспада (для йода-131 – 8 дней, цезия-137 – 30 лет). Со временем радиоактивный цезий уходит в нижние слои почвы и становится менее доступным для растений. Одновременно снижается и мощность дозы над поверхностью земли. Скорость этих процессов оценивается эффективным периодом полураспада. Для цезия-137 он составляет около 25 лет в лесных экосистемах, 10–15 лет на лугах и пашнях, 5–8 лет в населенных пунктах. Поэтому радиационная обстановка улучшается быстрее, чем происходит естественный расход радиоактивных элементов. С течением времени плотность загрязнения на всех территориях уменьшается, а их общая площадь сокращается.

Радиационная обстановка также улучшалась в результате проведения защитных мероприятий. Для предотвращения разноса пыли асфальтировались дороги и накрывались колодцы; перекрывались крыши жилых домов и общественных зданий, где в результате выпадений скапливались радионуклиды; местами снимался почвенный покров; в сельском хозяйстве проводились специальные мероприятия для снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Социально-психологические и экономические последствия аварии на Чернобыльской АЭС

Несмотря на значительное улучшение экологической обстановки, сегодня в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие чернобыльской аварии находится более 4 тыс. населенных пунктов, в которых проживают около 1,8 млн. человек (перечень соответствующих населенных пунктов был утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 1997 г.). Решением Правительства РФ от 22 сентября 1993 г. организован Российский государственный медико-дозиметрический регистр, в котором проводится обязательная регистрация и постоянное наблюдение за состоянием здоровья четырех групп первоочередного учета:

- 1 – участников ликвидации последствий аварии (ликвидаторов);
- 2 – лиц, эвакуированных из наиболее загрязненных районов;
- 3 – лиц, проживающих на наблюдаемых территориях (зона отселения и зона с правом на отселение);
- 4 – детей, родившихся после аварии у лиц, включенных в группы 1–3.

К настоящему времени зарегистрировано около 615 тыс. граждан Российской Федерации, подвергшихся облучению, в том числе 186,4 тыс. ликвидаторов из большинства регионов России, около 10 тыс. эвакуированных, 386 тыс. проживающих (проживавших) на наиболее загрязненных территориях Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей, 35,5 тыс. детей ликвидаторов и 15,1 тыс. отселенных лиц.

В дополнение к чернобыльским регистрам заведены специализированные регистры для различных категорий пострадавших от аварии, которые наблюдаются в 70 специальных медицинских учреждениях (ликвидаторы-военнослужащие, а также пилоты и члены экипажей вертолетов, принимавших участие в ослаблении последствий аварии и др.).

Двадцатилетний опыт работ по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС позволят сделать вывод, что наиболее тяжелые последствия аварии реализовались не в радиологических проявлениях, а в социально-экономической сфере.

Общие затраты на преодоление последствий чернобыльской аварии за период с 1986 по 1991 г. оценивались величиной около 10 млрд. долл. За 10 лет, с 1992 по 2001 г. на реализацию трех федеральных целевых программ по преодолению последствий чернобыльской катастрофы из федерального бюджета было выделено около 1,7 млрд. долл.

В 2002–2005 г. на реализацию программы «Преодоление последствий аварии на Чернобыльской АЭС» из федерального бюджета выделено 1 млрд. 4,4 млн. рублей капитальных вложений (около 33 млн. долл.). В 2006 г. общий объем средств федерального бюджета, предусмотренных на реализацию чернобыльской подпрограммы, составлял 277,6 млн. руб., в том числе капитальные вложения – 257,6

млн. руб. В 2006 г. было введено 6,7 тыс. м² жилья, более 70 км газовых сетей,

центр радиационной медицины на 270 коек и другие объекты. Общий объем

средств федерального бюджета на период с 2007 по

2010 г. может составлять 4 млрд. 434 млн. руб., в том числе 4 млрд. 230 млн. руб. – капитальные вложения.

Особенности радиационной защиты населения

Радиационная защита – это комплекс мер, направленных на ослабление или исключение воздействия ионизирующего излучения на население, персонал радиационно опасных объектов, биологические объекты природной среды, а также на предохранение природных и техногенных объектов от загрязнения радиоактивными веществами и удаление этих загрязнений (дезактивацию).

В федеральном законе «О радиационной безопасности населения» установлены основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) для населения и работников РОО, которые введены в действие с 1 января 2000 г. Подобного рода гигиенические нормативы облучения от источников ионизирующего излучения установлены также «Нормами радиационной безопасности (НРБ-99)», выполнение которых является конечной целью мероприятий радиационной защиты, обеспечивающих требуемый уровень радиационной безопасности.

Мероприятия радиационной защиты, как правило, осуществляются заблаговременно, а в случае возникновения радиационных аварий, при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений – в оперативном порядке.

В *превентивном порядке* проводятся следующие мероприятия радиационной защиты:

– разрабатываются и внедряются режимы радиационной безопасности;

- создаются и эксплуатируются системы радиационного контроля за радиационной обстановкой на территориях атомных станций, в зонах наблюдения и санитарно-защитных зонах этих станций;
- разрабатываются планы действий по предупреждению и ликвидации радиационных аварий;
- накапливаются и содержатся в готовности средства индивидуальной защиты, йодной профилактики и дезактивации;
- поддерживаются в готовности к применению защитные сооружения на территории АЭС, противорадиационные укрытия в населенных пунктах вблизи атомных станций;
- проводятся подготовка населения к действиям в условиях радиационных аварий, профессиональная подготовка персонала радиационно опасных объектов, личного состава аварийно-спасательных сил и др.

мероприятиям, способам и средствам, обеспечивающим защиту населения от радиационного воздействия при радиационной аварии, относятся:

- обнаружение факта радиационной аварии и оповещение о ней;
- выявление радиационной обстановки в районе аварии;
- организация радиационного контроля;
- установление и поддержание режима радиационной безопасности;
- проведение при необходимости на ранней стадии аварии йодной профилактики населения, персонала аварийного объекта и участников ликвидации последствий аварии;
- обеспечение населения, персонала, участников ликвидации последствий аварии необходимыми средствами индивидуальной защиты и использование этих средств;
- укрытие населения в убежищах и противорадиационных укрытиях;
- санитарная обработка;
- дезактивация аварийного объекта, других объектов, технических средств и др;
- эвакуация или отселение населения из зон, в которых уровень загрязнения или дозы облучения превышают допустимые для проживания населения.

Критерии принятия решений на эвакуацию населения из зон радиоактивного загрязнения представлены в табл. 22.

Выявление радиационной обстановки проводится для определения масштабов аварии, установления размеров зон радиоактивного загрязнения, мощности дозы и уровня радиоактивного загрязнения в зонах оптимальных маршрутов движения людей, транспорта, а также определения возможных маршрутов эвакуации населения и сельскохозяйственных животных.

радиоактивного загрязнения*

Критерии населения	Защитные меры	Дозовые критерии (доза, прогнозируемая на первые 10 суток после начала облучения), мЗв			
		все тело		отдельные органы**	
		нижний уровень	верхний уровень	нижний уровень	верхний уровень
Взрослые	Эвакуация	50	500	500	5 000
Дети, беременные женщины	Эвакуация	10	50	200	500

**Источник:* Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие / В. А. Акимов, Ю. Л. Воробьев, М. И. Фалеев и др. М.: Высшая школа, 2006.

** Только для щитовидной железы.

Нормами радиационной безопасности основные пределы доз установлены на уровне в 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Радиационный контроль в условиях радиационной аварии проводится с целью соблюдения допустимого времени пребывания людей в зоне аварии, контроля доз облучения и уровней радиоактивного загрязнения.

Режим радиационной безопасности обеспечивается установлением особого порядка доступа в зону аварии, зонированием района аварии; проведением аварийно-спасательных работ, осуществлением радиационного контроля в зонах и на выходе в «чистую» зону и др.

Использование средств индивидуальной защиты заключается в применении изолирующих средств защиты кожи (защитные комплекты), а также средств защиты органов дыхания и зрения (ватно-марлевые повязки, различные типы респираторов, фильтрующие и изолирующие противогазы, защитные очки и др.). Они защищают человека в основном от внутреннего облучения.

Для защиты щитовидной железы взрослых и детей от воздействия радиоактивных изотопов йода на ранней стадии аварии проводится йодная профилактика. Она заключается в приеме стабильного йода, в основном йодистого калия, который принимают в таблетках в следующих дозах: детям от двух лет и старше, а также взрослым по 0,125 г, до двух лет по 0,04 г., прием внутрь после еды вместе с киселем, чаем, водой 1 раз в день в течение 7 суток. Раствор йода водно-спиртовой (5%-ная настойка йода) показан детям от двух лет и старше, а также взрослым по 3–5 капель на стакан молока или воды в течение 7 суток. Детям до двух лет дают 1–2 капли на 100 мл молока или питательной смеси в течение 7 суток.

Максимальный защитный эффект (снижение дозы облучения примерно в 100 раз) достигается при предварительном и одновременном с поступлением радиоактивного йода приеме его стабильного аналога. Защитный эффект препарата значительно снижается при его приеме более чем через два часа после начала облучения. Однако и в этом случае происходит эффективная защита от облучения при повторных поступлениях радиоактивного йода.

Защиту от внешнего облучения могут обеспечить только защитные сооружения, которые должны оснащаться фильтрами-поглотителями радионуклидов йода. Временные укрытия населения до проведения эвакуации могут обеспечить практически любые герметизированные помещения.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение радиационной аварии и радиационной чрезвычайной ситуации.
2. Что относится к поражающим факторам радиационных аварий?
3. Что относится к ранним и отдаленным последствиям радиационных аварий?
4. В чем заключаются экологические последствия радиационных аварий?
5. Охарактеризовать социально-психологические и экономические последствия аварии на Чернобыльской АЭС.
6. Мероприятия радиационной защиты.
7. В чем заключается защита щитовидной железы от воздействия радиоактивных изотопов йода?

1.2. Защита населения и территорий при авариях на химически опасных объектах с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ в окружающую среду

Общие сведения об авариях на химически опасных объектах

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера аварии на химически опасных объектах занимают одно из важнейших мест. Химизация промышленной индустрии во второй половине XX столетия обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами в атмосферу аварийно химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. Как свидетельствует статистика, в последние годы на территории Российской Федерации ежегодно происходит 80–100 аварий на химически опасных объектах с выбросом АХОВ в окружающую среду.

Химически опасный объект (ХОО) – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной

среды. К ХОО относятся предприятия химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других родственных им отраслей промышленности; предприятия, имеющие промышленные холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак; водопроводные и очистные сооружения, на которых применяется хлор и другие предприятия. Отнесение таких предприятий к опасным производственным объектам производится в соответствии с критериями их токсичности, установленными федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Существуют четыре категории степени опасности ХОО:

I – когда в зону возможного химического заражения попадает более 75 тыс. человек, II – от 40 до 75 тыс. человек, III – менее 40 тыс. человек, IV – зона возможного химического заражения, не выходящая за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны. В настоящее время на территории страны функционирует более 3 600 химически опасных объектов, 148 городов расположены в зонах повышенной химической опасности. Суммарная площадь, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет 300 тыс. км² с населением около 54 млн. человек. В этих условиях знание поражающих свойств АХОВ, заблаговременное прогнозирование и оценка последствий возможных аварий с их выбросом, умение правильно действовать в таких условиях и ликвидировать последствия аварийных выбросов – одно из необходимых условий обеспечения безопасности населения.

Для нужд аварийно-спасательного дела используется понятие «*аварийно химически опасное вещество*», которое представляет собой опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах). Важнейшим свойством АХОВ является токсичность, под которой понимается их ядовитость, характеризующая смертельной, поражающей и пороговой концентрациями. Для более точной характеристики АХОВ используют понятие «токсодоза», которая характеризует количество токсичного вещества, поглощенного организмом за определенный интервал времени.

По степени воздействия на организм человека АХОВ подразделяются на 4 класса опасности: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высокоопасные; 3 – умеренно опасные; 4 – малоопасные.

По своим поражающим свойствам АХОВ неоднородны. В качестве их основного классификационного признака наиболее часто используется признак преимущественного синдрома, складывающегося при острой интоксикации человека. Исходя из этого по характеру воздействия на организм человека все АХОВ условно делятся на следующие группы:

- вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, фосген и др.);
- вещества преимущественно общедовитого действия (окись углерода и др.);

- вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (азотная кислота и окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород и др.);

- вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак и др.);

- метаболические яды (окись этилена и др.);

- вещества, нарушающие обмен веществ (диоксины и др.).

АХОВ находятся в больших количествах на предприятиях, их производящих или потребляющих. На химически опасных предприятиях они являются исходным сырьем, промежуточными, побочными и конечными продуктами, а также растворителями и средствами обработки. Запасы этих веществ размещаются

в хранилищах (до 70–80%), технологической аппаратуре, транспортных средствах (трубопроводы, цистерны и т. п.). Наиболее распространенными АХОВ являются сжиженные хлор и аммиак. На отдельных ХОО содержатся десятки тысяч тонн сжиженного аммиака и тысячи тонн сжиженного хлора. Кроме того, сотни тысяч тонн АХОВ транспортируются круглосуточно железнодорожным и трубопроводным транспортом.

Опасность на ХОО реализуется в виде химических аварий. *Химической аварией* называется авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или к химическому заражению окружающей природной среды. При химических авариях АХОВ распространяются в виде газов, паров, аэрозолей и жидкостей.

В результате мгновенного (1–3 минуты) перехода в атмосферу части вещества из емкости при ее разрушении образуется первичное облако. Вторичное облако АХОВ – в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой такого типа возникают при аварийных выбросах или проливах используемых в производстве, хранящихся или транспортируемых сжиженных аммиака и хлора.

В результате химической аварии с выбросом АХОВ происходит *химическое заражение* – распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Возможный выход облака зараженного воздуха за пределы территории химически опасного объекта обуславливает химическую опасность административно-территориальной единицы, где такой объект расположен. В результате аварии на ХОО возникает зона химического заражения. *Зона химического заражения* – территория и акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

В зоне химического заражения могут быть выделены составляющие ее зоны – *зона смертельных токсодоз* (зона чрезвычайно опасного заражения), *зона поражающих токсодоз* (зона опасного заражения) и *зона дискомфорта* (пороговая зона, зона заражения).

На внешней границе зоны смертельных токсодоз 50% людей получают смертельную токсодозу. На внешней границе поражающих токсодоз 50% людей получают поражающую токсодозу. На внешней границе дискомфортной зоны люди испытывают дискомфорт, начинается обострение хронических заболеваний или появляются первые признаки интоксикации.

В *очаге химического заражения* происходят массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

При авариях на химически опасных объектах может действовать комплекс поражающих факторов: *непосредственно на объекте аварии* – токсическое воздействие АХОВ, ударная волна при наличии взрыва, тепловое воздействие и воздействие продуктами сгорания при пожаре; *вне объекта аварии* – в районах распространения зараженного воздуха только токсическое воздействие как результат химического заражения окружающей среды. Основным поражающим фактором является токсическое воздействие АХОВ.

Последствия аварий на ХОО представляют собой совокупность результатов воздействия химического заражения на объекты, население и окружающую среду. В результате аварии складывается аварийная химическая обстановка, возникает чрезвычайная ситуация техногенного характера.

Люди и животные получают поражения в результате попадания АХОВ в организм: через органы дыхания – ингаляционно; кожные покровы, слизистые оболочки и раны – резорбтивно; желудочно-кишечный тракт – перорально.

Степень и характер нарушения жизнедеятельности организма (поражения) зависят от особенностей токсического действия АХОВ, их физико-химических характеристик и агрегатного состояния, концентрации паров или аэрозолей в воздухе, продолжительности их воздействия, путей их проникновения в организм.

Механизм токсического действия АХОВ заключается в следующем.

Внутри человеческого организма, а также между ним и внешней средой происходит интенсивный обмен веществ. Наиболее важная роль в этом обмене принадлежит ферментам (катализаторам), присутствующим во всех живых клетках и осуществляющим превращения веществ в организме, направляя и регулируя тем самым его обмен веществ. Многочисленные биохимические реакции в клетках осуществляет огромное число различных ферментов. Токсичность тех или иных АХОВ заключается в химическом взаимодействии между ними и ферментами, которое приводит к торможению или прекращению жизненных функций организма. Полное подавление тех или иных ферментных систем вызывает общее поражение организма, а в некоторых случаях его гибель.

Чаще всего нарушения в организме проявляются в виде острых и хронических отравлений, происходящих в результате ингаляционного поступления АХОВ в организм человека. Этому способствуют большая поверхность легочной ткани, быстрота проникновения АХОВ в кровь, повышенная легочная вентиляция и усиление кровотока в легких при работе, особенно физической.

Характер и основные особенности экологических последствий химических аварий

Экологические последствия аварий и катастроф на объектах с химической технологией определяются процессами распространения вредных химических веществ в окружающей среде, их миграцией в различных средообразующих компонентах и теми изменениями, которые являются результатом химических превращений. Эти превращения в свою очередь вызывают изменения условий и характера тех или иных природных процессов, нарушения в экосистемах.

Среди вредных химических веществ, загрязняющих окружающую среду при авариях и вызывающих в ней негативные экологические последствия, особое место занимают АХОВ. При авариях на ХОО с выбросом (проливом) АХОВ происходит химическое заражение окружающей среды с различной степенью концентрации АХОВ, продолжительностью от несколько часов до нескольких суток, в зависимости от конкретных условий (состояния погоды, времени года, местности), а также характера применяемых мер по ликвидации аварии.

В условиях окружающей среды АХОВ претерпевают химические, физико-химические и иные превращения. В одних случаях они могут сохраняться продолжительное время и накапливаться, в других – быстро разрушаться. Так, например, выбрасываемые химическими предприятиями как при нормальной деятельности, так и при авариях диоксид серы и окислы азота при взаимодействии с влагой атмосферы, водяными каплями облаков и выпадающего дождя образуют растворы кислот (серной, сернистой, азотистой и азотной). В результате метеорологические осадки (дождь, снег, град, туман) имеют рН меньше, чем среднее рН дождевой воды (рН средн. = 5,6). Они именуются «кислотными дождями», которые могут быть одной из причин гибели жизни в водоемах, а также гибели лесов, урожаев и растительности. Попадая в водоемы, кислотный дождь повышает их кислотность до такого уровня, что в них погибают флора и фауна. Повышенная кислотность воды способствует более высокой растворимости тяжелых металлов (алюминия, кадмия, ртути и свинца) из донных отложений и почвы. Эти токсичные металлы представляют опасность для здоровья человека.

Долгосрочные последствия химических аварий и катастроф связываются главным образом с загрязнением окружающей среды АХОВ и их взаимодействием с теми или иными веществами, которые вызывают негативные изменения.

Особенности химической защиты населения

Химическая защита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление воздействия АХОВ на население и персонал ХОО, уменьшение масштабов последствий химических аварий.

Мероприятия химической защиты выполняются, как правило, заблаговременно, а также в оперативном порядке в ходе ликвидации возникающих чрезвычайных ситуаций химического характера.

Заблаговременно проводятся следующие мероприятия химической защиты:

- создаются и эксплуатируются системы контроля за химической обстановкой в районах химически опасных объектов и локальные системы оповещения о химической опасности;
- разрабатываются планы действий по предупреждению и ликвидации химической аварии;
- накапливаются, хранятся и поддерживаются в готовности средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, приборы химической разведки, дегазирующие вещества;
- поддерживаются в готовности к использованию убежища, обеспечивающие защиту людей от АХОВ;
- принимаются меры по защите продовольствия, пищевого сырья, фуража, источников (запасов) воды от заражения АХОВ;
- проводится подготовка к действиям в условиях химических аварий аварийно-спасательных подразделений и персонала ХОО;
- обеспечивается готовность сил и средств подсистем и звеньев РСЧС, на территории которых находятся химически опасные объекты, к ликвидации последствий химических аварий.

К основным мероприятиям химической защиты относятся:

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- соблюдение режимов поведения на зараженной территории, норм и правил химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта и 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 (противоядий) и средств обработки кожных покровов;
- санитарная обработка населения, персонала и участников ликвидации последствий аварий;
- дегазация аварийного объекта, территории, средств и другого имущества.

Оповещение о химической аварии должно проводиться локальными системами оповещения. Решение на оповещение персонала и населения принимается дежурными сменами диспетчерских служб аварийно химически опасных объектов.

При авариях, когда прогнозируется распространение поражающих факторов АХОВ за пределы объекта, оповещаются население, руководители и персонал предприятий и организаций, попадающих в границы действия локальных систем оповещения (в пределах 1,5–2-километровой зоны вокруг ХОО).

При крупномасштабных химических авариях, когда локальные системы не обеспечивают требуемого масштаба оповещения, наряду с ними задействуются территориальные и местные системы централизованного оповещения. К тому же в настоящее время локальные системы оповещения имеют лишь около 10–12% химически опасных объектов России.

При возникновении химической аварии в целях осуществления конкретных защитных мероприятий выявляется *химическая обстановка в зоне химической аварии*; организуется химическая разведка; определяются наличие АХОВ, характер и объем выброса; направление и скорость движения облака, время прихода облака к тем или иным объектам производственного, социального, жилого назначения; территория, охватываемая последствиями аварии, в том числе степень ее заражения АХОВ и другие данные.

При химических авариях для защиты от АХОВ используются индивидуальные средства защиты. Основными средствами индивидуальной защиты населения от АХОВ ингаляционного действия являются гражданские противогазы ГП-5, ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ, ГП-7ВС. Всем этим средствам присущ крупный недостаток – они не защищают от некоторых АХОВ (паров аммиака, оксидов азота и др.). Для защиты от этих веществ служат дополнительные патроны к противогазам ДПГ-1 и ДПГ-3, которые также защищают от окиси углерода.

В настоящее время существует серьезная проблема своевременности обеспечения населения средствами индивидуальной защиты органов дыхания в условиях химических аварий. Для защиты от АХОВ средства должны быть выданы населению в кратчайшие сроки, однако из-за удаленности мест хранения время их выдачи может составлять от 2–3 до 24 часов. В этот период население, попавшее в зону химического заражения, может получить поражения различной степени тяжести.

Своевременная *эвакуация населения* из возможных районов химического заражения может выполняться в упреждающем и экстренном порядке. Упреждающая (заблаговременная) эвакуация осуществляется в случаях угрозы или в процессе длительных по времени крупномасштабных аварий, когда прогнозируется угроза распространения зоны химического заражения. Экстренная (безотлагательная)

эвакуация проводится в условиях быстротечных реакций с целью срочного освобождения от людей местности по направлению распространения облака АХОВ.

Эффективным способом химической защиты населения является *укрытие в защитных сооружениях* гражданской обороны, прежде всего в убежищах, обеспечивающих защиту органов дыхания от АХОВ. Особенно применим этот способ защиты к персоналу, поскольку значительная часть химически опасных объектов (до 70–80%) имеют убежища различных классов. Надежная защита укрываемых может быть обеспечена до 6 часов. Затем укрываемые должны быть выведены из убежищ, при необходимости – в индивидуальных средствах защиты. В настоящее время применение убежищ при химических авариях осложняется снижением эффективности оборудования для очистки воздуха. Вследствие кризисных явлений в экономике производство этого вида оборудования прекращено или объемы его производства снижены, а срок годности фильтровентиляционных установок убежищ в большинстве случаев истек или близок к этому.

В связи с этим в условиях химической аварии в некоторых случаях более целесообразно использовать для защиты людей жилые, общественные и производственные здания, а также транспортные средства, внутри или вблизи от которых оказались люди. Следует учитывать, что АХОВ тяжелее воздуха (хлор) будут проникать в подвальные помещения и нижние этажи зданий, а АХОВ легче воздуха (аммиак) – заполнять более высокие этажи зданий. Чем меньше воздухообмен в используемом для защиты помещении, тем выше его защитные свойства. В результате дополнительной герметизации оконных, дверных проемов и других элементов зданий защитные свойства помещений могут быть увеличены в 2–3 раза.

При укрытии в помещении, почувствовав признаки появления АХОВ, необходимо немедленно воспользоваться противогазом, простейшими или подручными средствами индивидуальной защиты. Не следует паниковать, так как порог ощущения паров АХОВ значительно ниже их поражающей концентрации.

Все укрывающиеся в зданиях должны быть готовы к выходу из зоны заражения по указаниям органов ГОЧС или самостоятельно (если риск выхода оправдан).

При принятии решения на самостоятельный выход (или получении указания на выход) из зоны заражения следует учитывать, что ширина ее в зависимости от удаления от источника заражения и метеоусловий может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен метров, на преодоление которых по кратчайшему пути – перпендикулярно направлению ветра может потребоваться не более 8–10 минут. Такого времени может оказаться достаточно для безопасного выхода даже в простейших средствах индивидуальной защиты.

Таким образом, уменьшить возможные потери, защитить людей от поражающих факторов аварий на ХОО можно проведением специального комплекса мероприятий. Часть этих мероприятий проводится

заблаговременно, другие осуществляются постоянно, а третьи – с возникновением угрозы аварии и с ее началом.

К мероприятиям, осуществляемым постоянно, относится контроль химической обстановки как на самих ХОО, так и прилегающих к ним территориях. Под химической обстановкой понимается наличие в окружающей среде определенного количества и концентраций различных химически опасных веществ.

Контроль химической обстановки осуществляется во всех элементах биосферы: воздухе атмосферы, почве литосферы, гидросфере. Основное внимание при этом уделяется контролю загрязнения воздуха как определяющего фактора химического загрязнения всей окружающей среды.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение химически опасного объекта.
2. Охарактеризовать категории опасности химически опасных объектов.
3. Дать определение химической аварии.
4. Поражающие факторы при возникновении химических аварий.
5. Дать характеристику аварийно химически опасным веществам.
6. В чем заключается характер воздействия химического заражения на население?
7. В чем заключаются основные особенности экологических последствий химических аварий?
8. Основные мероприятия химической защиты.

1.3. Защита населения при пожарах и взрывах на объектах инфраструктуры

Проблема обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации требует постоянного внимания со стороны государства, так как пожары оказывают негативное влияние на социально-экономическое развитие России и экологическую обстановку. Пожары являются мощным дестабилизирующим фактором. Урон от пожаров не только невосполним, но и требует еще больших затрат для восстановления уничтоженных материальных ценностей.

Полные потери от пожаров ежегодно составляют 59,5 млрд. руб. В Российской Федерации доля потерь от пожаров от ВВП более чем в 2–3 раза превышает аналогичный показатель по развитым зарубежным странам.

Из общего числа пожаров примерно 70% происходит в городах, а 30% – в сельской местности. Основными причинами пожаров являются несоблюдение правил пожарной безопасности, позднее обнаружение возгорания, несвоевременное обращение в пожарную охрану, отсутствие в населенных пунктах

и на объектах средств связи, знаний и навыков в работе с первичными средствами пожаротушения у населения, неудовлетворительное состояние или удаленность водоисточников.

Краткая характеристика и классификация пожаро- и взрывоопасных объектов

Пожары обусловлены постоянно существующей пожарной опасностью – возможностью возникновения и (или) развития пожара (ГОСТ 12.1. 033-81). Наиболее часто и, как правило, с тяжелыми последствиями пожары происходят на пожароопасных объектах. К пожароопасным промышленным объектам относятся объекты нефтяной, газовой, химической, металлургической, лесной, деревообрабатывающей, текстильной промышленности и др. На таких объектах в соответствии с федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются воспламеняющиеся, окисляющие и горючие вещества.

Пожарная опасность объектов военно-промышленного комплекса и особо важных государственных объектов характеризуется крайне повышенными факторами риска, так как в технологических процессах, кроме обычных, хорошо изученных пожаровзрывоопасных веществ и материалов применяются делящиеся материалы, обладающие мощным ионизирующим излучением, новые составы высокотоксичных химических и высокоэнергетических взрывчатых веществ, сложное технологическое оборудование, в том числе ядерные реакторные установки, которые, кроме широкого спектра поражающих факторов, имеют значительную пожарную опасность.

Другую категорию опасных производственных объектов представляют объекты, использующие оборудование под давлением более 0,07 МПа или с температурой воды более 115 °С. Такими объектами могут быть не только промышленные предприятия, но также транспортные средства со взрывоопасным грузом, т. е. взрывоопасные объекты.

В соответствии с федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к ним относятся объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются взрывчатые вещества – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

Взрывоопасными объектами могут быть предприятия оборонной, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, газовой,

текстильной и фармацевтической промышленности, склады взрывчатых, легковоспламеняющихся и горючих веществ, сжиженных газов.

Кроме этих объектов, к пожароопасным относятся некоторые объекты жилого, социального и культурного назначения. Статистика подтверждает, что в России около 70% пожаров возникает в непроизводственной сфере, жилых домах и общественных зданиях.

В соответствии с федеральным законом «О пожарной безопасности» *пожаром* называется неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Крупные пожары могут быть классифицированы по различным признакам, описывающим явления с различных сторон их природы и свойств.

Пожары классифицируются по:

- месту возникновения (пожары в жилой застройке, пожары на объектах экономики, природные пожары);
- образованию зон горения и воздействия (отдельные пожары, сплошные пожары, огненный шторм, пожары в завалах);
- распространению фронта пожара (распространяющиеся, нераспространяющиеся);
- интенсивности и площади (линейный, точечный, площадной);
- дополнительным поражающим факторам (с выходом АХОВ, с выходом РВ).

В физико-химической основе пожара лежит процесс горения. *Горение* – это сложный физико-химический процесс превращения горючих химических веществ и материалов в продукты сгорания, сопровождаемый интенсивным выделением тепла, дыма и световым излучением. В основе этого процесса лежат быстротекущие химические реакции окисления в атмосфере кислорода воздуха. Особенности горения на пожарах в отличие от других видов горения являются склонность к самопроизвольному распространению огня, сравнительно невысокая степень полноты сгорания, интенсивное выделение дыма, содержащего продукты полного и неполного окисления.

Интенсивность пожара во многом зависит от степени огнестойкости объектов и конструкций, горючести стройматериалов. Строительные и другие материалы по своему поведению в условиях высоких температур подразделяются на несгораемые, трудносгораемые, сгораемые. От состава этих материалов, их горючести и зависит огнестойкость. Пожары характеризуются рядом *параметров*:

- *продолжительностью пожара* (временем с момента его возникновения до полного прекращения горения);
- *площадью пожара* (площадью проекции зоны горения на производственную или вертикальную площадь);

– *зоной горения* (частью пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ к горению (подогрев, испарение, разложение) и их горение);

– *зоной теплового воздействия* (частью пространства, примыкающего к зоне горения, в котором тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций и делает невозможным пребывание в нем людей без специальной тепловой защиты (водяных завес, теплозащитных костюмов и т. п.);

– *зоной задымления* (частью пространства, примыкающего к зоне горения и заполненного дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных подразделений).

Пожар в основном распространяется в сторону своего фронта. *Фронт сплошного пожара* – это граница сплошного пожара, по которой огонь распространяется с наибольшей скоростью

Еще одна группа параметров, характеризующих пожар, – температурная. *Температура внутреннего пожара* – это среднеобъемная температура газовой среды в помещении. *Температура открытого пожара* – температура пламени. Температура внутренних пожаров, как правило, ниже открытых.

Наиболее сложные и губительные пожары случаются на пожароопасных объектах, а также на объектах, на которых при пожарах образуются вторичные факторы поражения и имеет место массовое скопление людей. В частности, к таким сложным пожарам относятся:

- пожары и выбросы горючей жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов;
- пожары на складах каучука, резино-технических изделий, предприятий резинотехнической промышленности;
- пожары на складах лесоматериалов, деревообрабатывающей промышленности;
- пожары на складах и хранилищах химикатов;
- пожары на технологических установках предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности;
- пожары в жилых домах и учреждениях соцкультбыта, возведенных из дерева.

Последствия пожаров обусловлены действием их *поражающих факторов*. Основными из них являются непосредственное действие огня на горящий предмет (горение); дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет излучения.

В результате происходят сгорание предметов и объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя а также уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненные из сгораемых материалов. Действие высоких температур вызывает деформацию и обрушение металлических конструкций, балок перекрытий и других конструктивных деталей сооружений. Кирпичные стены и столбы

деформируются. Люди гибнут или получают термические повреждения различных степеней – ожоги тела, ожоги верхних дыхательных путей.

Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, используемая для тушения пожара.

Тяжелыми чрезвычайными техногенными событиями могут быть аварийные взрывы.

Взрыв – это быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р22.0.05-94). По другому определению, взрыв – процесс выделения энергии за короткий промежуток времени, связанный с мгновенным физико-химическим изменением состояния вещества, приводящим к возникновению скачка давления или ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов или паров, способных производить работу (ГОСТ Р22.0.08-96). Он приводит к образованию сильно нагретого газа (плазмы) с очень высоким давлением, который при моментальном расширении оказывает ударное механическое воздействие (давление, разрушение) на окружающие тела. Взрыв в твердой среде сопровождается ее разрушением и дроблением, в воздушной или водной вызывает образование воздушной или гидравлической ударных волн, которые и оказывают разрушающее воздействие на помещенные в них объекты.

Взрывы происходят за счет освобождения химической энергии (главным образом взрывчатых веществ), внутриядерной энергии (ядерный взрыв), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли), энергии сжатых газов (при превышении давления предела прочности сосуда-баллона, трубопровода и т. п.).

Основными *поражающими факторами* взрыва являются:

- воздушная ударная волна;
- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов технологического оборудования, строительных деталей и т. д.

В результате действия поражающих факторов взрыва происходят разрушение или повреждение зданий, сооружений, технологического оборудования, транспортных средств, элементов коммуникаций и других объектов, гибель или ранение людей. Вторичными последствиями взрывов являются поражение людей, находящихся внутри объектов, обломками обрушенных конструкций зданий и сооружений, их погребение под обломками. В результате взрывов могут возникнуть пожары, утечка опасных веществ из поврежденного оборудования. При взрывах люди получают термические и механические повреждения, а также черепно-

мозговые травмы, множественные переломы и ушибы, комбинированные поражения.

Пожарная безопасность

Противодействие пожарам осуществляется в процессе обеспечения пожарной безопасности. Под *пожарной безопасностью* понимается состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров. Для этого устанавливаются требования пожарной безопасности и противопожарные режимы, осуществляются меры пожарной безопасности.

С момента вступления в силу Указа Президента Российской Федерации «О совершенствовании государственного управления в области пожарной безопасности» от 9 ноября 2001 г. № 1309 работа МЧС России в области правового обеспечения пожарной безопасности была направлена на разработку законодательных и иных нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность государственной противопожарной службы (ГПС).

Противопожарная охрана в Российской Федерации, организованная как единая система, действующая на основании правительственных постановлений, правил и норм, возглавляется Главным управлением государственной противопожарной службы МЧС России.

В соответствии с «Положением о Государственной противопожарной службе», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 23 августа 1993 г. № 849, Главное управление Государственной противопожарной службы, его подразделения по охране населенных пунктов и предприятий одновременно являются органами Государственного пожарного надзора.

Органы Госпожарнадзора имеют право проверять предприятия, организации. При выявлении нарушений правил и норм противопожарной безопасности они дают предписание по устранению недостатков и в необходимых случаях приостанавливают полностью или частично работу предприятий.

Правилами пожарной безопасности (ППБ.01-03 от 27 июня 2003 г.) предусматривается следующее:

1. Организации, их должностные лица и граждане, нарушившие требования пожарной безопасности, несут ответственность в соответствии с Законодательством РФ.
2. Руководители организаций и индивидуальные предприниматели должны иметь систему пожарной безопасности, направленную на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений.
3. На каждом объекте должны быть разработаны инструкции пожарной безопасности для каждого взрывопожароопасного и пожароопасного участка.

4. Руководители организаций или индивидуальные предприниматели имеют право назначать лиц, которые по занимаемой должности или характеру выполняемых работ должны выполнять соответствующие правила пожарной безопасности.

5. Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны.

6. Правила применения на территории организаций открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ устанавливаются инструкциями.

7. В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система оповещения о пожаре.

На объектах с массовым пребыванием людей (50 и более человек) в дополнение к схематичному плану эвакуации людей при пожаре должна быть разработана инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже 1 раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников. Для объектов с ночным пребыванием работников в инструкции должны предусматриваться два варианта действий – в дневное и ночное время.

8. Территория населенных пунктов и организаций в пределах противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями, а также прилегающие участки должны своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, тары, сухой травы, опавших листьев.

9. Дороги, проезды и подъезды к зданиям, наружным пожарным лестницам и водоисточникам, используемым для целей пожаротушения, должны быть всегда свободными для проезда пожарной техники.

10. Временные строения должны располагаться от других зданий и сооружений на расстоянии не менее 15 м.

11. Разведение костров, сжигание отходов, тары не разрешается в пределах установленных нормами проектирования противопожарных расстояний, но не ближе 50 м до зданий и сооружений.

12. Для всех производственных и складских помещений должна быть определена категория взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны по правилам устройства электроустановок, который надлежит обозначать на дверях помещений.

13. В помещениях с одним эвакуационным выходом одновременное пребывание 50 и более человек не допускается.

В зданиях IV и V степени огнестойкости одновременное пребывание 50 и более человек допускается только в помещении первого этажа.

14. Проходы, выходы, коридоры, тамбуры, лестницы не разрешается загромождать различными предметами и оборудованием. Все двери должны свободно открываться в направлении выхода из здания.

15. Запрещается использовать чердачные помещения в производственных целях и для хранения материальных ценностей.

Повседневный контроль выполнения противопожарного режима обязаны осуществлять администрация предприятия или организации, руководители отделов, цехов и т. д.

Руководители предприятий, организаций обязаны устанавливать строгий противопожарный режим.

Средства и способы пожаротушения и правила их применения

Средства пожаротушения подразделяются на *подручные* (песок, вода, покрывало, одеяло и т. п.) и *табельные* (огнетушитель, топор, багор, ведро). Рассмотрим наиболее распространенные из них – огнетушители, а также приведем основные правила обращения и использования их при тушении пожаров.

Огнетушители – технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения.

Огнетушители пенные предназначены для тушения пожаров огнетушащими пенами: химической (огнетушители ОХП) или воздушно-механической (огнетушители ОВП). Их не используют при тушении различных веществ и материалов, горящих без доступа воздуха, и электроустановок, находящихся под напряжением.

Для приведения в действие огнетушителя ОХП необходимо поднести огнетушитель к очагу пожара; рукоятку поднять и перекинуть до отказа; перевернуть огнетушитель вверх дном и встряхнуть; направить струю на очаг загорания.

К недостаткам пенных огнетушителей относятся узкий температурный диапазон применения (от +5 до +45 °С), высокая коррозионная активность заряда; возможность повреждения объекта тушения, необходимость ежегодной перезарядки.

Огнетушители углекислотные (ОУ) используются для тушения загораний различных веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний на электрофицированном железнодорожном и городском транспорте, электроустановок под напряжением не более 10 000 В. Огнетушащим средством ОУ является сжиженный диоксид углерода. Температурный режим хранения и применения ОУ – от 40 °С до +50 °С.

Для приведения ОУ в действие необходимо сорвать пломбу, выдернуть чеку, направить раструб на пламя, нажать на рычаг. При тушении пожара нужно соблюдать следующие правила: нельзя держать огнетушитель в горизонтальном положении или переворачивать головкой вниз, а также прикасаться оголенными частями тела к раструбу, так как температура на его поверхности понижается до минус 60–70 °С; при тушении электроустановок, находящихся под напряжением, запрещается подводить раструб к ним и пламени ближе, чем на 1 м.

Углекислотные огнетушители подразделяются на ручные (ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-6, ОУ-8), передвижные (ОУ-24, ОУ-80, ОУ-400) и стационарные

(ОСУ-5, ОСУ-511). Затвор у ручных огнетушителей может быть пистолетного или вентильного типа.

Огнетушители порошковые (ОП) предназначены для ликвидации очагов пожаров всех классов (твердых, жидких и газообразных веществ электроустановок, находящихся под напряжением до 1 000 В). Порошковыми огнетушителями оборудуют автомобили, гаражи, склады, сельхозтехнику, офисы и банки, промышленные объекты, поликлиники, школы, частные дома и т. д.

Для приведения в действие ручного огнетушителя необходимо выдернуть чеку, нажать на кнопку (рычаг), направить пистолет на пламя, нажать на рычаг пистолета, тушить пламя с расстояния не более 5 м, при тушении огнетушитель встряхивать, в рабочем положении огнетушитель держать вертикально, не переворачивая его.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать обстановку в России, связанную с пожарами.
2. Как классифицируются пожары?
3. Что относится к параметрам пожара?
4. Дать характеристику поражающих факторов пожаров и взрывов.
6. Какие мероприятия должны проводиться в связи с правилами пожарной безопасности? Какие средства могут применяться для тушения пожаров?