ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Кафедра техносферной безопасности

Методика прогнозирования и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера

Практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для бакалавров университета
очной и заочной форм обучения

Издание второе, дополненное и переработанное

Тирасполь, 2024 г.

УДК **614.8.02(076.58)**
ББК **Ц902я73**
М54

Составители:
Жужа Е.Д., к.б.н., доцент кафедры техносферной безопасности ПГУ им Т.Г. Шевченко
Огнева Т.В., ст. преп. кафедры техносферной безопасности ПГУ им Т.Г. Шевченко
Дяговец Е.В., ст. преп. кафедры техносферной безопасности ПГУ им Т.Г. Шевченко

Рецензенты:
Д.А. Киприянов, начальник отдела по делам ГО и ЧС по г. Слободзея УГЗ ГУпЧС Министерства внутренних дел Приднестровской Молдавской Республики
В.В. Минкин, к.т.н., доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Методика прогнозирования и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для бакалавров университета очной и заочной форм обучения / сост.: Е.Д. Жужа, Т.В. Огнева, Е.В. Дяговец. – 2-е изд., доп. и перер. – Тирасполь, 2024. – 85 с.

Практикум «Методика прогнозирования и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» содержит теоретический материал по 6 учебным темам курса «Безопасности жизнедеятельности», практические рекомендации, приведённые для различных ситуаций природного и техногенного характера, методики прогнозирования и оценки радиационной, химической, бактериологической безопасности, оценки пожаро- и взрывобезопасности, методики оценки устойчивости объектов народного хозяйства, техногенный риск и основные мероприятия по повышению их устойчивости.

Практикум содержит иллюстрированный материал, примерные по изложенной тематике задачи, а также примеры, которые помогут в изучении дисциплины «Безопасности жизнедеятельности».

Практикум предназначен для бакалавров университета очной и заочной форм обучения, учителей средних учебных заведений. Изложенный материал полезен всем интересующимся дисциплиной «Безопасности жизнедеятельности».

Рекомендовано Научно-методическим советом ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

© Е.Д. Жужа, Т.В. Огнева, Е.В. Дяговец,
составление, 2024.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……... 4
1. Единицы измерения радиационного излучения …… 5
2. Расчетная линейка по ГО с описанием и порядок пользования линейкой . 10
3. Методика оценки радиационной обстановки в условиях чрезвычайной ситуации ……. 33
4. Методика оценки химической обстановки в очаге, образованном СДЯВ (АХОВ) ……... 43
5. Прогнозирование обстановки в районе пожаро- или взрывоопасного объекта …… 48
5.1. Пожар как фактор техногенной обстановки …….. 48
5.2. Оценка пожарной опасности промышленных предприятий ……... 50
5.3. Огнетушащие вещества и аппараты пожаротушения …….. 51
5.4. Пожарная сигнализация …….. 53
5.5. Способы тушения пожаров …….. 54
5.6. Оценка пожарной обстановки …… 56
6. Методика оценки устойчивости объектов народного хозяйства, техногенный риск и основные мероприятия по повышению их устойчивости …… 57
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 62
Приложение 1. Таблица 1. Действие ионизирующего излучения на внешнюю среду 64
Приложение 2. Таблица 2. Характеристика некоторых сильнодействующих ядовитых веществ 65
Приложение 3. Таблица 3. Дозиметрические величины и единицы их измерений 66
Приложение 4. Таблица 4. Классификация степени разрушения зданий и специальных сооружений 67
Приложение 5. Памятка. Оповещение при чрезвычайных ситуациях 68
Приложение 6. Памятка. Действия населения при авариях на АЭС 69
Приложение 7. Памятка. Правила поведения населения на радиоактивно загрязненной местности 70
Приложение 8. Памятка. Действия при аварии с выбросом хлора 71
Приложение 9. Памятка. Действия при аварии с выбросом аммиака 72
Приложение 10. Памятка. Первая помощь при поражении АХОВ 73
Приложение 11. Памятка. Действия при разливе ртути 74
Приложение 12. Памятка. Действия при авариях на автомобильном транспорте 75
Приложение 13. Памятка. Действия при авариях на железнодорожном транспорте 76
Приложение 14. Памятка. Действия при авариях со взрывами и пожарами 77
Приложение 15. Памятка. Правила поведения населения при пожаре 78

Введение

Человек от рождения имеет неотъемлемые права на жизнь, свободу и стремление к счастью. Свои права на жизнь, на отдых, на охрану здоровья, на благоприятную окружающую среду, на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, он реализует в процессе жизнедеятельности. Они гарантированы Конституцией ПМР.

Курс «Безопасности жизнедеятельности» предназначен для формирования у студентов сознательного и ответственного отношения к вопросам личной безопасности и безопасности окружающих, привития основополагающих знаний и умений распознавать и оценивать опасные ситуации и вредные факторы среды обитания человека, определять способы защиты от них, а также уметь ликвидировать последствия и оказывать само- и взаимопомощь в случаях проявления любых опасностей. В силу специфики своего содержания и индивидуальной направленности, курс ориентирован на приобретение студентами знаний, умений и навыков, ряда физических и психологических качеств личности, необходимых для ускорения адаптации к условиям среды обитания, а также внутренней готовности к наиболее потенциально опасным видам деятельности, в том числе к военной службе.

В процессе деятельности человек может оказаться в такой опасной ситуации, когда психофизиологические нагрузки достигают таких пределов, при которых он может потерять способность к рациональным поступкам и действиям, адекватным сложившейся обстановке. Такие ситуации называют **экстремальными.** В экстремальных ситуациях человек может оказаться в различных сферах деятельности – на производстве, в быту, на отдыхе.

Таким образом, систематизируя в некоторой мере сказанное, можно заключить, что **безопасность жизнедеятельности** – это состояние окружающей среды, при котором исключена возможность повреждения организма человека в процессе разнообразной деятельности.

Достижение приемлемого уровня безопасности в системе «человек – среда обитания» неразрывно связано с необходимостью глубокого анализа причин роста численности и уровня действующих в техносфере опасностей; изучения причин принудительной потери здоровья и гибели людей; разработки и широкого применения превентивных защитных мер на производстве, в быту и в регионах техносферы.

Важную роль в сохранении здоровья и жизни людей в настоящем и будущем призвана играть информационная деятельность государства в области прогнозирования опасностей среды обитания.

Компетентность людей в мире опасностей и способы защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности человека на всех этапах его жизни.

Системное изучение наиболее часто возникающих ЧС, их особенностей и возможных последствий, обучение поведению и действиям в таких экстремальных условиях призвано готовить людей к выбору оптимальных решений, что позволит выходить из чрезвычайной ситуации с наименьшими потерями. Такая подготовка должна быть непрерывной на всех этапах жизнедеятельности человека.

Методы, принципы и формы при прогнозировании и решении всевозможных задач в экстремальных ситуациях, которые могут иметь место в нашем регионе, а также получение практических навыков студентами с приобретением знаний по оценке обстановки, дают возможность глубже познать и применять полученные знания на практике.

1. Единицы измерения в радиационной физике

Для оценки радиационной опасности, которой подвергается человек вблизи источников ионизирующих излучений, существует большой набор дозиметрических приборов. Каждый из них служит для измерения вполне определённой физической величины, а измерить какую-либо величину – это значит установить, сколько раз в ней содержится некоторая элементарная порция, называемая единицей физической величины. Выбор такой единицы, вообще говоря, произволен, и он закрепляется соответствующим международным соглашением. *Какие же единицы выбраны для измерения свойств ионизирующих излучений?*

Основная физическая величина, которая характеризует радиоактивный источник, это число проходящих в нём распадов в единицу времени. Такая величина была названа активностью. Активность того или иного вещества, например, радиоактивного изотопа, определяется количеством атомов, распадающихся в единицу времени (скажем, за одну секунду), и, следовательно, число испускаемых веществом радиоактивных частиц прямо пропорционально его активности. В качестве единицы активности в Международной системе единиц СИ выбран *беккерель* (Бк, Bq). Активность в 1 Бк соответствует одному распаду в секунду. Однако в практической дозиметрии и радиационной физике чаще используется другая единица – *кюри* (обозначается Ки, Ci). *Кюри в 37 миллиардов раз больше одного беккереля (1 Ки = 3.7 10^{10} Бк), то есть соответствует 37 миллиардам радиоактивных распадов в секунду.* С чем связан такой, казалось бы, странный и произвольный выбор единицы? Дело в том, что именно такое число распадов происходит в одном грамме радия-226 – исторически первого вещества, в котором были изучены законы радиоактивного распада. Поскольку активность одного грамма чистого радия близка к 1 Ки, то её часто выражают в граммах. В этом (и только в этом) случае единица массы вещества обладает единичной активностью.

Кюри – это такое количество радиоактивного вещества, в котором происходит 37 миллиардов распадов в одну секунду.

Милликюри – (Мк) равняется 0,0001 Кюри или 37 миллионов распадов в секунду.

Микрокюри – (Мкк) равняется 0,0000001 Кюри или 37 тысячам распадов в секунду.

Доза радиации – это количество энергии гамма-излучения, поглощённое 1 см³ вещества. В качестве единицы измерения дозы облучения (дозы γ-излучения) принят «Рентген – Р».

Рентген – это такая доза гамма-излучения, при которой в одном кубическом сантиметре сухого воздуха при нормальной температуре 0˚ С и давлении 760 мм рт. ст. образуется несколько более 2 миллиардов пар ионов (без времени).

Уровень радиации (мощность дозы) выражает собой дозу радиации в единицу времени и измеряется в рентгенах в час (Р/ч) миллирентгенах час (Мр/ч). При измерении потока «α» и «β»-излучений нейтронов и других частиц используются единицы измерения ФЭР – физический эквивалент рентгена, и БЭР – биологический эквивалент рентгена.

Благодаря распаду, количество радиоактивных атомов в первоначальной массе вещества уменьшается с течением времени. Соответственно, снижается и активность. Это уменьшение активности подчиняется экспоненциальному закону:

$$C_t = C_0 \exp(-0{,}693/T \times t),$$

который называется *законом радиоактивного распада.* Здесь C_t – активность вещества по прошествии времени t, C_0 – активность в начальный момент. Как видно из формулы, описывающей распад, величина T служит важнейшей характеристикой радиоактивности – она показывает то время, по истечении которого активность вещества (или число радиоактивных атомов) уменьшается вдвое. Это время T называется периодом полураспада.

У разных радиоактивных веществ период полураспада меняется в очень широких пределах: от миллионных долей секунды до нескольких миллиардов лет. Например, период полураспада урана-238 равен 4,5 миллиарда лет, радиоактивного изотопа йода-131 – около 8

дней, цезия-137 – тридцать лет. При авариях с ядерными установками последние два изотопа способны доставить наибольшие неприятности. Оба представляют собой летучие продукты деления, поэтому они легко могут попасть в атмосферу и образовать аэрозоли. Однако, если йода-131 через несколько месяцев останется ничтожно мало – он практически весь распадётся, – то цезий-137 вместе с другими выпавшими долгоживущими изотопами ещё сохраняет способность заражать местность. Во что же превращается радиоактивный йод в результате распада? В инертный газ ксенон-131, который вполне устойчив. За 100 дней содержание йода-131 и, соответственно, его активность уменьшается в $2^{12} = 4096$ раз.

Под действием излучений, испускаемых радиоактивными изотопами, в облучаемом объекте накапливаются различные нарушения. Принято считать (хотя это сегодня всё чаще подвергается сомнению), что изменения, происходящие в облучаемом веществе, полностью определяются поглощённой энергией радиоактивного излучения. Это положение, строго говоря, не доказано, и его можно назвать энергетическим постулатом. Во всяком случае, поглощённая энергия излучения служит самой удобной физической величиной, характеризующей действие радиации на организмы. И вот на VII Международном конгрессе радиологов, который состоялся в 1953 году в Копенгагене, в период наиболее острого интереса к атомной науке и технике, энергию любого вида излучения, поглощённую в одном грамме вещества, было рекомендовано называть *поглощённой дозой.* В качестве единицы поглощённой дозы был выбран *рад (*rad, по первым буквам английского словосочетания «radiation absorbed dose», – поглощённая доза излучения). Один рад соответствует такой поглощённой дозе, при которой количество энергии, которая выделяется в одном грамме любого вещества, равно 100 эрг независимо от вида и энергии ионизирующего излучения. Таким образом,

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 6{,}25 \times 10^{7} \text{ МэВ/г}$$

для любого материала.

Поглощённая доза, образуемая в веществе в единицу времени, называется *мощностью поглощённой дозы* и измеряется в единицах рад/с, рад/мин, рад/час и т.д.

Рад, так же, как и кюри (1 Ки = 3,7 гигабеккерелей, ГБк), – это так называемые внесистемные единицы, и с точки зрения ортодоксальных приверженцев системы СИ, на их использование должен быть наложен суровый запрет. Однако жизненная практика оказалась сильнее формальных предписаний, и «незаконная» единица поглощённой дозы – рад – используется гораздо чаще, чем соответствующая единица системы СИ – грэй (обозначается Гр, Gy). (Например, в широко используемом юбилейном справочнике, посвящённом 50-летию Американского института физики, которое отмечалось в 1981 году, единица «грэй» вообще не упоминается). Соотношение между единицами поглощённой дозы таково:

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}.$$

Мощность поглощённой дозы измеряется в системе СИ в Гр/с, Гр/ч и т.д.

Стоит обратить внимание на то обстоятельство, что рад (или грэй) – единица чисто физической величины. По существу, это энергетическая единица, никак не учитывающая те биологические эффекты, которые производит проникающая радиация при взаимодействии с веществом.

Однако то, что действительно интересует специалистов по дозиметрии и радиационной физике, – это изменения в организме, возникающие при облучении человека. Оказалось, что тяжесть всяческих нарушений сильно различается в зависимости от типа излучения. Другими словами, знания поглощённой дозы совершенно недостаточно для оценки радиационной опасности. Более того, измерить поглощённую дозу непосредственно в живой ткани чрезвычайно трудно, и даже если бы удалось проделать такие измерения, их ценность оказалась бы невелика. Действительно, отклик живого организма на облучение определяется не столько поглощённой дозой, сколько микроскопическим – то есть на уровне отдельных молекул – распределением энергии по чувствительным структурам живых клеток. Поэтому возникла необходимость ввести такую измеримую величину, которая учитывала бы не только выделение энергии, но и биологические последствия облучения. Из соображений

простоты и удобства биологические эффекты, вызванные любыми ионизирующими агентами, принято сравнивать с воздействием на живой организм рентгеновского или гамма-излучения. Удобство здесь состоит в том, что для рентгеновского излучения заданные дозы и их мощности сравнительно просто получаются (например, с помощью калиброванных рентгеновских источников), хорошо воспроизводятся и надёжно измеряются. Все эти процедуры становятся заметно сложнее для других типов излучений. Чтобы можно было сравнивать воздействие последних с биологическими эффектами от рентгеновского и гама-излучения, вводится так называемая *эквивалентная доза*, которая определяется как произведение поглощённой дозы на некоторый коэффициент, зависящий от вида излучений. Этот коэффициент, называемый «фактором качества» Q, приблизительно равен единице для гамма-лучей и протонов высокой энергии; для тепловых нейтронов $Q \approx 3$, а для быстрых нейтронов значение Q достигает десяти. При облучении α-частицами и тяжёлыми ионами $Q \approx 20$, а это значит, что даже сравнительно малые поглощённые дозы могут вызвать серьёзные биологические последствия. Эквивалентная доза измеряется в бэрах (бэр – биологический эквивалент рентгена). Иногда употребляется также наименование «рем» (от английской аббревиатуры rem – roentgen equivalent for man, эквивалент рентгена для человека). Коэффициент качества излучения Q устанавливается на основе радиобиологических экспериментов и приводится в специальных таблицах. Для рентгеновского излучения ($Q = 1$) один рад поглощённой дозы соответствует одному бэру.

При радиоактивном распаде число нестабильных ядер уменьшается с течением времени очень быстро – экспоненциально. Продолжительность жизни распадающегося вещества характеризуют временем, по истечении которого количество активных атомов в веществе в среднем уменьшается вдвое. Этот промежуток времени T называется периодом полураспада. Если, например, в материале, испытывающем радиоактивное превращение, первоначально было N ядер, то через время T их станет $1/2\ N_0$, через $2T$ – $1/4N_0$, через $3T$ – уже $1/8N_0$ и так далее. Число радиоактивных ядер будет «выгорать» в геометрической прогрессии с показателем, равным двойке. Периоды полураспада для различных радиоактивных веществ изменяются от миллиардов лет до миллионных долей секунды и хорошо поддаются вычислению с помощью квантовой механики.

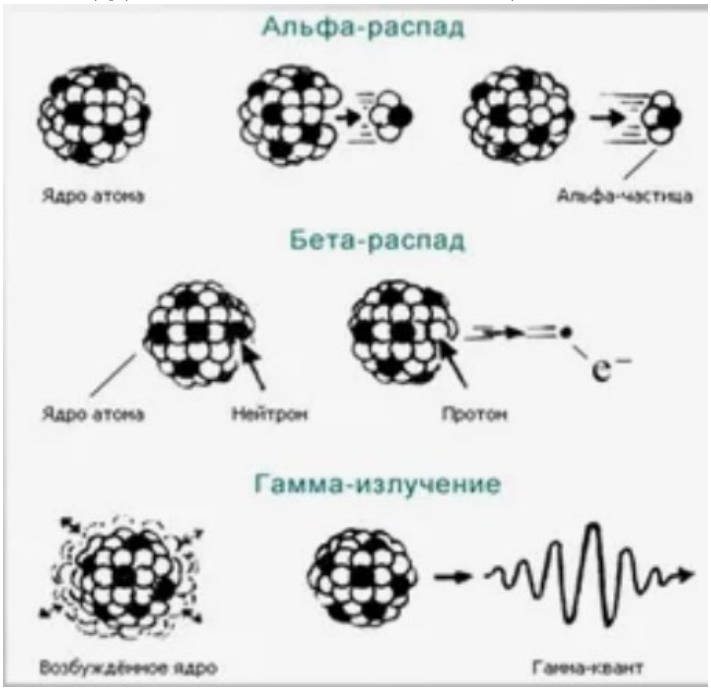

Рис. 1. Радиоактивный распад

Основные виды ядерных превращений, приводящие к испусканию радиоактивных излучений.

При альфа-распаде из ядра вылетает сравнительно тяжёлая альфа-частица, которая представляет собой ядро атома гелия. Энергия вылетающей альфа-частицы по атомным масштабам довольно высока – примерно 5-10 МэВ, то есть почти в миллион раз больше энергии электрона в атоме. Поэтому альфа-частицы, проходя через вещество, могут производить в нём обильные нарушения вследствие ионизации и возбуждения атомов.

При бета-распаде нейтрон внутри ядра самопроизвольно превращается в протон, и при этом испускается электрон (или, наоборот, протон переходит в нейтрон с испусканием позитрона). Кроме электрона и позитрона, при бета-распаде возникают также нейтрино и

антинейтрино, однако их воздействие на вещество ничтожно. Образовавшееся в результате радиоактивного распада ядро, как правило, сильно возбуждено, и оно освобождается от избыточной энергии, испуская жёсткие гамма-кванты. Это гамма-излучение обладает большой проникающей способностью и может причинить немалый вред живому организму.

В принципе, особой необходимости в специальной единице эквивалентной дозы нет, она может измеряться в тех же единицах, что и поглощённая доза, поскольку коэффициент Q – безразмерный. Тем не менее, учитывая важность проблемы биологического действия ионизирующих излучений, в радиационной физике и при расчёте защиты от ядерных излучений стали использовать единицу эквивалентной дозы. В системе СИ эта единица установлена совсем недавно и называется зиверт (обозначается Зв, Sv).

Эквивалентная доза в 4-5 зиверт (примерно 400-500 бэр), полученная за короткое время, вызывает тяжёлое лучевое поражение и может привести к смертельному исходу. Предельно допустимая доза (ПДД) для персонала, работающего с радиоактивными веществами, установлена в 5 бэр/год (или примерно 100 мбэр/неделя).

При этом имеется в виду облучение всего тела, как говорят, тотальное облучение. Для населения установлен предел дозы за год в десять раз меньший – 500 мбэр/год.

Как же узнать, какую дозу радиации получает человек, находящийся вблизи радиоактивного источника? В том то и состоит предательская особенность ядерных излучений, что с точки зрения человека, попадающего в опасную зону, они никак себя не проявляют. Человеческие органы чувств, сформировавшиеся как инструмент выживания, совершенно не приспособлены к восприятию проникающей радиации, и в этом её существенное отличие, трагическая выделенность по сравнению с другими природными воздействиями. Ведь даже небольшие с точки зрения физики изменения светового потока, температуры воздуха или механического давления вызывают довольно бурную реакцию человеческого организма. По отношению к этим изменениям в окружающей среде природа с самого начала была поставлена в жёсткие условия – жизнь обрывалась, если природные воздействия выходили за допустимые пределы. Острота восприятия помогает человеку ориентироваться в обстановке и принимать необходимые меры предосторожности. Скажем, зрение, которое на протяжении многих поколений служило почти единственным способом обнаружить врага, должно было действовать и в сумерках, и даже при свете звёзд, когда световая энергия поступает лишь редкими порциями. Собрать и использовать каждый фотон, чтобы лучше увидеть надвигающуюся опасность, было делом жизни и смерти.

Если зрение или обоняние – вспомним нюх собаки! – по своей обнаруживающей способности близки к физическим пределам (которые невозможно преодолеть никакими техническими ухищрениями), то при восприятии радиации человек находится почти на пределе «тупости». Поэтому без специальных приборов мы не можем судить ни об уровне радиации, ни даже об её наличии или отсутствии, а, следовательно, и о грозящей нам опасности. В таких приборах используются те же самые радиационные эффекты, которые причиняют нам вред, в частности, ионизация частиц среды. Ионизационный метод регистрации излучения стал исторически первым – он начал широко использоваться в 1920-х годах. В связи с этим были предприняты попытки установить такие единицы измерения радиации, которые позволили бы связать ионизационный эффект с биологическим, а также с поглощением энергии излучения. В 1928 году в качестве такой единицы был принят рентген (обозначается Р, R).

Введение новой единицы вызвало много споров. Прежде всего возник вопрос: рентген – единица чего? Какой наблюдаемой физической величине она соответствует? Ответ на этот вопрос давался по-разному, однозначного толкования рентгена вначале не было. Какое-то время рентген рассматривали как количество излучения, характеризующее поглощённую из потока радиации энергию в единице массы воздуха. Такая интерпретация рентгена, вообще говоря, не соответствовала его определению как меры ионизационного эффекта. Ведь поглощенная энергия и число образовавшихся пар ионов – разные физические величины, поэтому использовать рентген для оценки поглощённой энергии оказалось неудобным.

Однако в соответствии с «энергетическим постулатом», специалистов по физике защиты от излучений и радиобиологов интересовала в первую очередь поглощённая в живой ткани энергия. Трудности, возникавшие при её подсчёте через единицу «рентген», требовали разных уточнений и оговорок. Применение рентгена для оценки поглощённой энергии было неудобно ещё и потому, что эта единица была введена и, соответственно, метрологически поддерживалась только для рентгеновского и гамма-излучений (да и то, строго говоря, с определённым спектром). Чтобы сравнивать эффекты, производимые в веществе корпускулярным излучением, например, электронами или нейтронами, приходилось вводить поправочные коэффициенты для каждого типа среды – воздуха, мышечной ткани, кости и т.д. Такие коэффициенты назывались эквивалентами рентгена. Одним словом, прямое использование рентгена, понимаемого как единица поглощённой энергии, создавало в радиационной физике много неудобств.

В современной дозиметрии рентген рассматривается не как единица, характеризующая поглощённую энергию и тем самым напрямую связанная с биологическим эффектом, а только как единица, определяющая ионизирующую способность рентгеновского и гамма-излучений в 1 см³ воздуха. Физическая величина, которой соответствует единица «рентген», называется *экспозиционной дозой* рентгеновского и гамма-излучений. Экспозиционная доза определяется по ионизации воздуха – как отношение суммарного заряда всех ионов одного знака, созданных в воздушном объёме ионизирующим агентом, к массе воздуха в этом объёме. В системе СИ единицей экспозиционной дозы служит Кл/кг (кулон, делённый на килограмм). Экспозиционная доза в 1 Кл/кг означает, что суммарный заряд всех ионов одного знака (например, положительных), которые возникли под действием излучения в 1 кг воздуха, равен одному кулону. С точки зрения убеждённых приверженцев системы СИ, рентген – устаревшая и как бы «незаконная», внесистемная единица. Один рентген – это такая экспозиционная доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой в 1 см^3 атмосферного воздуха при температуре 0º С и давлении 760 мм ртутного столба возникают ионы, несущие положительный или отрицательный заряд в одну электростатическую единицу (1 CGSE). Поскольку заряд электрона равен 4,8 10^{-10} электростатических единиц, то число образовавшихся пар ионов, как нетрудно подсчитать, будет равно для экспозиционной дозы в 1 рентген 208 миллиардам на 0,001293 г воздуха (такова масса одного кубического сантиметра). На образование одной пары ионов в воздухе в среднем затрачивается энергия, примерно равная 34 электрон-вольтам (эВ), следовательно, при экспозиционной дозе в 1 рентген в 1 см³ воздуха поглощается около 0,114 эрг или, в пересчёте на один грамм воздуха, 88 7 эрг/г. Таким образом, 88 эрг/г – это энергетический эквивалент рентгена для воздуха.

Хотя однозначную связь между поглощённой дозой радиации и экспозиционной дозой, измеренной в рентгенах, можно установить лишь приближённо (с точностью до флуктуаций), практическое удобство единицы «рентген» бесспорно, так как ионизацию в воздухе можно легко измерить с помощью ионизационной камеры. По результатам таких измерений мы можем судить о поглощённой энергии в биологической ткани.

Слой «половинного ослабления» для жёсткого гамма-излучения – так в физике защиты от излучений называют толщину того или иного материала, после прохождения которого интенсивность гамма-излучения уменьшается наполовину. Полного поглощения гамма-излучения (с энергией ниже 10 МэВ) в веществе не происходит, однако интенсивность потока гамма-квантов ослабляется по экспоненциальному закону, в точности такому же, как закон радиоактивного распада. При этом роль периода полураспада играет слой половинного ослабления. Для жёсткого гамма-излучения с энергией квантов 1 МэВ толщина этого слоя составляет 5 см бетона, 3 см стали или 1 см свинца. При необходимости уменьшить интенсивность опасного гамма-излучения в миллион раз, то потребуется свинцовый экран

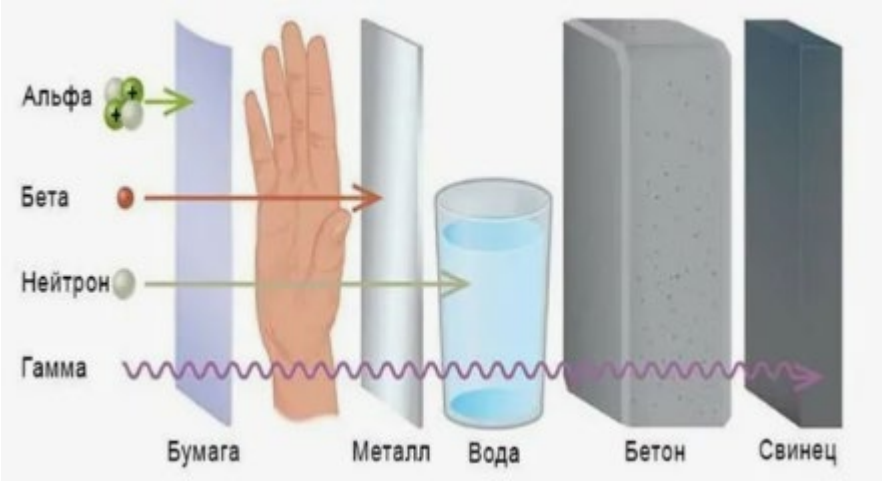

Рис. 2. Проникающая способность ионизирующих излучений

толщиной 20 см либо бетонная стенка метровой толщины (2^{20} примерно равно 10^8). 10 см свинца ослабляют жёсткое излучение в тысячу раз. Для сравнения: альфа-излучение с энергией 1 МэВ практически полностью поглощается алюминиевой фольгой толщиной 5 микрон, а для поглощения бета-радиации с такой же энергией достаточно 1,6 мм алюминия.

2. Расчётная линейка по ГО с описанием и порядок пользования линейкой

Расчётная линейка ГО предназначена для быстрого решения задач по прогнозированию, оценке обстановки в очагах ядерного поражения и определению последствий ядерного удара. С ее помощью также производят расчёты по воздействию поражающих факторов ядерного взрыва и др.

Линейку, кроме того, можно использовать в качестве учебного пособия при прохождении студентами всех специальностей университета по тематике «Безопасность жизнедеятельности». Простота пользования и портативность дают возможность пользоваться линейкой в самых различных условиях.

Расчётная линейка ГО состоит из двухстороннего корпуса и внутренней выдвижной части – движке.

На обеих сторонах корпуса линейки размещены таблицы и сделаны прорези («окна») для переменных параметров, нанесённых на движке. На лицевой стороне корпуса помещены таблицы для расчётов, связанных с ударной волной и световым излучением ядерного взрыва; на оборотной стороне – таблицы для расчётов, связанных с радиоактивным заражением.

На обеих сторонах движка нанесены соответствующие значения переменных параметров в зависимости от мощности ядерного взрыва, дозы радиации и времени облучения.

Табличные данные взяты из материалов, опубликованных в печати. Некоторые значения получены линейной интерполяцией данных различных номограмм и графиков. Погрешность табличных данных колеблется в пределах 10-15 %, что для практических расчётов можно считать вполне удовлетворительным.

П р и м е ч а н и е. Если необходимо получить более точные результаты, следует вести аналитические расчёты с использованием формул и методов, опубликованных в соответствующей литературе.

Параметры поражающих факторов, используемые в линейке, рассчитаны для следующих значений мощности ядерного взрыва: 0,02; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 10 и 20 мегатонн ТНТ (Мт). Промежуточные значения можно определить по формуле закона подобия и интерполяцией.

Лицевая сторона линейки

Лицевая сторона линейки включает девять таблиц, из них пять таблиц (1-5) содержат данные по действию ударной волны и четыре таблицы (6-9) – данные по действию светового излучения ядерного взрыва.

В центре верхней части лицевой стороны корпуса имеется «окно» для мощности взрыва *q*. Мощность взрыва для большинства решаемых с помощью линейки задач является основной исходной величиной.

С помощью данных, помещённых в таблицах, можно определить:

- *избыточное давление* во фронте ударной волны (табл. 1 и 2) и *световые импульсы* излучения (табл. 6), при которых объекты будут выводиться из строя (уничтожаться, разрушаться, гореть или получать повреждения той или иной степени);
- *радиус и суммарную площадь зоны поражения* ударной волной (табл. 7, 8 и 9);
- *степень разрушения* защитных сооружений, зданий, технологического оборудования, сетей коммунального хозяйства в зависимости от избыточного давления во фронте ударной волны (табл. 2);
- данные, необходимые для *оценки завалов*, образовавшихся при ядерных взрывах табл. 3 и 4);
- *параметры воронок,* образующихся при наземном контактном ядерном взрыве (табл. 5).

Расчёты, связанные с ударной волной

При расчётах, связанных с ударной волной, движок следует перемещать вправо от основного его положения.

Т а б л и ц а 1. Параметры зон поражения при заданной мощности взрыва

Зоны поражения определяются условными границами, удалёнными от эпицентра (центра) ядерного взрыва на расстояния (радиусы), характеризующиеся различным избыточным давлением во фронте ударной волны, вызывающим те или иные поражения.

Таблица включает:

- значения избыточного давления во фронте ударной волны 10; 5; 1; 0,8; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 0,08; 0,05 и 0,01 кГ/см²;
- радиус зоны поражений при воздушном (В) и наземном (Н) взрывах;
- суммарную площадь поражения при воздушном (В) и наземном (Н) взрывах (для равнинной местности).

В таблице значения радиуса зоны поражения для воздушных взрывов взяты с учётом, что взрывы происходят на высотах, при которых достигается наибольшая площадь разрушения и поражения. Значения радиуса зоны поражения для наземных взрывов приняты для контактных взрывов приняты для контактных взрывов, т.е. Когда центры и эпицентры взрывов совпадают.

Задача. Определить радиус зоны с избыточным давлением во фронте ударной волны 0,3 кГ/см^2 и более при воздушном взрыве ядерного боеприпаса мощностью 5 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в «окне» для мощности взрыва устанавливаем значение 5 Мт. В таблице, в графе радиусов для воздушного взрыва, против избыточного давления 0,3 кГ/см^2 читаем результат: он равен 9,2 км.

Задача. Какова мощность воздушного ядерного взрыва, если в 14 км от эпицентра взрыва избыточное давление во фронте ударной волны 0,1 кГ/см^2?

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в таблице, в графе радиусов для воздушного взрыва, в «окне» против избыточного давления 0,1 кГ/см^2 устанавливаем 14 км. В «окне» для мощности взрыва читаем результат: мощность взрыва составляет 1 Мт.

Задача. Определить избыточное давление во фронте ударной волны на расстоянии 4 км от центра наземного ядерного взрыва мощностью 3 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 3 Мт. В таблице в «окнах» для радиусов наземного взрыва ищем величину 4 км. Находим её против избыточного давления 1,0 кГ/см^2.

Задача. Определить суммарную площадь зоны возможных поражений при избыточном давлении во фронте ударной волны 0,1 кГ/см^2 для наземного ядерного взрыва мощностью 10 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 10 Мт. В таблице, в графе суммарной площади для наземного взрыва, против избыточного давления 0,1 кГ/см^2 читаем: 1800 км^2.

Закон подобия

Значение радиуса зоны поражения или мощности ядерного взрыва, не указанные в таблице, можно определить по формуле закона подобия, которая приведена на лицевой стороне линейки (под её наименованием).

По закону подобия радиус зоны поражения ударной волной растёт пропорционально корню кубическому из мощности взрыва. Так, если q_1 в 1000 раз больше q_2, то R_1 в $\sqrt[3]{1000}$ раз больше R_2, т.е. в 10 раз.

Задача. При мощности взрыва q_1 = 5 Мт избыточное давление во фронте ударной волны 0,1 кГ/см^2 будет на удалении R_1 = 24 км от эпицентра воздушного взрыва. (Это расстояние при известном q легко найти по табл. 1). Определить, на каком удалении R_2 это же избыточное давление будет при заданной мощности q_2 = 2,5 Мт (на линейке отсутствует).

Р е ш е н и е:

$$R_2 = R_1 / \sqrt[3]{q_1/q_2} = 24 / \sqrt[3]{5/2,5} = 24/1,26 \approx 19 \text{ км}.$$

Таким образом можно по заданному радиусу определить мощность взрыва для нужного избыточного давления.

Для облегчения расчётов при пользовании формулой закона подобия в приложении 1 приведены значения корней кубических и кубических степеней в интервале от 0,01 до 100.

Т а б л и ц а 2. Избыточное давление, характеризующее степень разрушения объектов

По этой таблице находят значения избыточного давления, при котором защитные сооружения, промышленные и жилые здания, гидросооружения, мосты, дороги, аэродромы, машины, сооружения и сети коммунального хозяйства, энергетики и связи получат сильные, средние и слабые разрушения.

Задача. Определить устойчивость каркасного здания ТЭС.

Ре ш е н и е. Найдём в разделе «Промышленные и жилые здания» строку «Электростанции. Тепловые и атомные», а в графе «Степень разрушения» – данные по устойчивости здания ТЭС. Согласно этим данным, ТЭС получит разрушения: сильные при избыточном давлении 0,45 кГ/см^2, средние при 0,35 кГ/см^2 и слабые при 0,25 кГ/см^2.

Предварительную оценку ущерба и степени разрушения зданий и сооружений можно произвести также по таблице приложения 2.

Т а б л и ц а 3. Избыточное давление, при котором возникает сплошной завал

С помощью этой таблицы можно вести необходимые расчёты при прогнозировании, планировании и организации действий различных формирований ГО в очаге поражения в частности получить данные для выбора маршрута движения к тому или иному объекту.

Задача. Можно ли ожидать образования сплошных завалов на улице шириной 22 м, строения на которой не превышают четырёх этажей?

Р е ш е н и е. Образование сплошных завалов на такой улице можно ожидать при условии, если улица окажется в зоне с избыточным давлением 0,7 Кг/см^2 и выше; при меньшем давлении сплошных завалов не будет.

Т а б л и ц а 4. Высота сплошного завала в зависимости от плотности застройки и этажности зданий

Эта таблица дополняет табл. 3 и включает крайне необходимые данные для прогнозирования, планирования и организации спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в городах и на объектах народного хозяйства.

Задача. Восточный район города попадает в зону с избыточным давлением 0,8-0,6 кГ/см^2. Плотность застройки 40 %, ширина улиц 30 м, здания в основном пятиэтажные. Будут ли в этих условиях образовываться сплошные завалы, какова их высота и каков объём работ по расчистке 6 км улиц (проездов)?

Р е ш е н и е. По данным табл. 3 сплошные завалы будут образовываться при избыточном давлении 0,7 кГ/см^2. Высоту возможных завалов находим по табл. 4: она может быть до 3 м. Объём работ по расчистке проездов (ширина 7 м) будет: 6 000 × 3 × 7 = 136 000 м^3.

Т а б л и ц а 5. Воронка

Таблица даёт возможность решать любые задачи по определению параметров воронок при наличии одного-двух известных данных.

Параметры воронок необходимо знать при планировании организации восстановительных работ, а также при проектировании подземных, заглубленных и полузаглубленных защитных производственных и складских сооружений.

Данные таблицы рассчитаны на мягкие грунты. Для твёрдых и скальных пород следует вводить коэффициент – соответственно 0,9 и 0,8.

Задача. Определить параметры воронки, образованной при наземном ядерном взрыве мощностью 3 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 3 Мт. В «окне» нижней таблицы читаем размеры полученной при взрыве воронки: диаметр видимой воронки $D_в$ = 400 м, глубина видимой воронки h = 80 м.

Используя эти данные, по формулам, приведённым в таблице, определим минимальные:

- высоту гребня вокруг воронки
$$h_{гр} = 0{,}05\ D_в = 0{,}05 \times 400 = 20 \text{ м};$$
- диаметр выброса (разброса) грунта
$$D_{гр} = 3D_в = 3 \times 400 = 1200 \text{ м};$$
- диаметр зоны разрыва грунта
$$D_{р,\ гр} = 1{,}5\ D_в = 1{,}5 \times 400 = 600 \text{ м};$$
- диаметр зоны пластической деформации грунта
$$D_{пл} = 3D_в = 3 \times 400 = 1200 \text{ м};$$
- объём видимой воронки
$$V = 0{,}39\ D^2_в\, h = 0{,}39 \times 400^2 \times 80 \approx 5\ 000\ 000 \text{ м}^3.$$

Чтобы определить максимальные размеры указанных параметров, следует пользоваться большими значениями коэффициентов в формулах, например: $h_{гр}$ = 0,1; $D_{гр}$ = 3,5 $D_в$ и т.п.

Расчёты, связанные со световым излучением

При расчётах, связанных со световым излучением, движок внутри линейки следует перемещать **влево** от основного его положения.

При этих расчётах необходимо иметь в виду следующее:

- при пользовании табл. 7, 8 и 9 следует учитывать примечание к ним, помещённое под табл. 6;
- вероятность 50% в табл. 8 и 9 (см. стр. 11) принята потому, что в момент воздействия светового импульса могут быть не идеальные условия (воздействие светового импульса могут снижать дождь, туман, облако, тень на объекте, цвет одежды у людей и пр.).

Т а б л и ц а 6. Воздействие светового импульса на некоторые материалы

В таблице перечислены некоторые материалы, способные возгораться в результате воздействия светового излучения ядерного взрыва, и даны приблизительные значения световых импульсов, вызывающие воспламенение, обугливание или устойчивое горение этих материалов в обычных условиях взрыва, т.е. при средних облачности и влажности воздуха.

П р и м е ч а н и е. Эта таблица справочная. Важно несколько раз внимательно прочесть её, с тем чтобы впоследствии быстро находить нужные данные.

Т а б л и ц а 7. Радиусы зон поражения световым излучением при заданных световом импульсе и мощности взрыва

Таблица содержит:

- заданные световые импульсы;
- радиусы зон поражения при воздушном (В) и наземном (Н) ядерных взрывах.

Значение радиуса зоны поражения читаем в «окнах» таблицы; радиус зоны – переменная величина и соответствует значению мощности взрыва, устанавливаемому в «окне» для мощности взрыва.

Задача. Определить радиус зоны поражения световым импульсом в 14 кал/см² и более при воздушном ядерном взрыве мощностью 1 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка влево в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 1 Мт. В графе радиусов для воздушного взрыва против светового импульса 14 кал/см^2 находим ответ: 13 км. Это радиус зоны поражения при очень прозрачном воздухе (видимость до 100 км). При средней прозрачности воздуха (видимость не далее 20 км) следует ввести коэффициент 0,8 (см. примечание к табл. 7, 8 и 9); в этом случае радиус зоны поражения световым импульсом в 14 кал/см^2 будет 13 × 0,8 = 10,4 км.

В условиях сильной дымки (видимость в пределах 5 км) вводится коэффициент 0,36, и радиус зоны поражения будет 13 × 0,36 = 4,68 км.

Используя данные табл. 6, устанавливаем, что при рассматриваемом ядерном взрыве в условиях видимости до 100 км на удалении 13 км от эпицентра взрыва будут воспламеняться и обугливаться сосновые доски (окрашенные в чёрный цвет и неокрашенные), палаточный брезент, бязь белая, хлопчатобумажная ткань тёмного цвета, частично мягкая кровля, сухая

солома, сено, стружка, бумага, автомобильная резина; устойчиво гореть будет хлопчатобумажная ткань тёмного цвета.

Табл. 7 даёт возможность решать и обратные задачи, т.е. находить значения светового импульса по известным мощности взрыва и расстоянию от эпицентра (центра) взрыва до объекта.

Т а б л и ц а 8. Радиусы зон возникновения пожаров (вероятность 50 %)

В правой части таблицы определены условия возникновения пожаров в населённых пунктах, в хвойных лесах, на полях, в степях.

Радиус зоны пожаров – переменная величина и соответствует значению мощности взрыва, устанавливаемому в «окне» для мощности взрыва. Радиус зоны пожаров находят в «окне» таблицы: для воздушного взрыва в левой, для наземного взрыва в правой её части.

Задача. На каком удалении в условиях очень высокой прозрачности воздуха могут возникнуть пожары при наземном ядерном взрыве мощностью 1 Мт?

Р е ш е н и е. Перемещением движка влево в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 1 Мт. В «окне» таблицы читаем, что сплошные пожары (с вероятностью 50 %) могут возникнуть: в населённых пунктах на расстоянии 5 км; в хвойных лесах на расстоянии 5,8 км и т.д.

В правой части таблицы указывается, что сплошные пожары возникают при избыточном давлении во фронте ударной волны $\Delta p_ф = 0{,}1 \div 0{,}3$ кГ/см^2 , а отдельные очаги – при $\Delta p_ф = 0{,}3 \div 1$ кГ/см^2. Во втором случае, т.е. при $\Delta p_ф = 0{,}3 \div 1$ кГ/см^2, учитывается, что возникновению сплошных пожаров будут препятствовать сильные разрушения, обвалы кирпичных, железобетонных сооружений и т. п. Для определения радиуса зоны возникновения пожаров в смешанных и лиственных лесах следует вводить коэффициенты соответственно 0,8 и 0,7.

Для учёта степени прозрачности воздуха (дальности видимости), как уже указывалось, необходимо использовать поправочный коэффициент (см. примечание к табл. 7, 8 и 9).

Т а б л и ц а 9. Радиусы зон поражения людей (вероятность 50 %)

В правой части таблицы указаны степень ожога человека и световые импульсы, при которых он возникает.

Радиус зоны поражения людей – переменная величина и соответствует значению мощности взрыва, устанавливаемому в «окне» для мощности взрыва. Радиус зоны поражения находят в «окне» таблицы: для воздушного взрыва в левой, для наземного взрыва в правой его части.

Задача. На каком удалении от центра наземного ядерного взрыва мощностью 1 Мт в условиях очень высокой прозрачности воздуха люди получат ожоги II степени?

Р е ш е н и е. Перемещением движка влево в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 1 Мт. В «окне» таблицы справа против II степени ожога читаем: 9 км.

Следовательно, при наземном взрыве мощностью 1 Мт в условиях очень высокой прозрачности воздуха (видимость до 100 км) люди могут получить (с вероятностью 50 %) ожоги II степени в 9 км от центра взрыва.

Задача. Определить границы зон всех трёх степеней ожогов открытых участков кожи людей световым излучением при воздушном ядерном взрыве мощностью 20 Мт в условиях видимости до 50 км.

Р е ш е н и е. Перемещением движка влево в «окне» для мощности взрыва устанавливаем 20 Мт. В «окне» табл. 9, в левой его части, читаем: радиус зоны ожогов I степени – 60 км, II степени – 50 км и III степени – 40 км.

Это радиусы зон ожогов при очень высокой прозрачности воздуха. Для видимости до 50 км необходимо применить коэффициент 0,92 (см. примечание к табл. 7, 8 и 9), и тогда радиусы зон ожогов будут: I степени – 60 × 0,92 = 55 км; II степени – 50 × 0,92 = 46 км; III степени – 40 × 0,92 = 37 км.

Оборотная сторона линейки

Расчёты, связанные с радиоактивным заражением

Оборотная сторона линейки включает пятнадцать таблиц, из них пять с вырезанными «окнами» для переменных параметров. На этой стороне линейки, кроме того, имеются два «окна» для основной исходной величины – мощности взрыва q (одно в табл. 1, другое в табл. 6), «окно» для исходной величины $D_Д K_{ос}/P_{вх}$ (в табл. 11) и «окно» для исходной величины облучения людей в сутках (в табл. 13).

С помощью данных, помещённых в таблицах, производят расчёты, связанные с радиоактивным заражением после наземного ядерного взрыва; можно, в частности, определить:

- *размер зоны* радиоактивного заражения (табл. 1 и 2);
- *уровень радиации* на границах зоны и на оси следа (табл. 4 и 6);
- *площадь зоны* заражения (табл. 5);
- *момент начала* выпадения радиоактивных осадков (табл. 5);
- *уровень радиации* через 10ч и на любой другой час после взрыва на оси следа при различном удалении от центра взрыва (табл. 6 и 7);
- *дозу облучения* при нахождении людей на заражённом участке (табл. 8 и 11);
- *коэффициент ослабления дозы радиации* в различных условиях защищённости (табл. 9);
- *допустимое время пребывания* на заражённой местности в зависимости от допустимой дозы и времени входа на заражённый участок (табл.11);
- *дозу облучения людей,* получаемую при пересечении заражённой местности перпендикулярно, параллельно и под углом в 45° к оси следа радиоактивного облака (табл. 12);
- *вывод из строя людей* при облучении за время до 30 суток в зависимости от суммарной дозы облучения (табл. 13);
- *толщину защитного слоя* из различных материалов, обеспечивающую безопасность людей от радиоактивного заражения (табл. 14);
- *дозу облучения людей* при их непрерывном и длительном пребывании на заражённой местности (табл. 15).

При расчётах, связанных с радиоактивным заражением, движок внутри линейки следует всегда перемещать **вправо** от основного его положения.

Т а б л и ц а 1. Размеры зон радиоактивного заражения по следу облака

Таблица имеет четыре графы. В первой (левой) графе указаны четыре значения скорости среднего ветра: 25, 50, 75 и 100 км/час (см. приложение 5). Во второй графе при каждом значении скорости среднего ветра обозначены три зоны заражения: А, Б и В (зоны показаны на схеме табл. 3). В третьей и четвёртой графах в «окнах» для каждой зоны заражения определяют значения длины и ширины следа радиоактивного облака; эти

величины – переменные параметры, соответствуют значению мощности взрыва, устанавливаемому в верхнем «окне» для мощности взрыва.

Задача. Определить размеры трёх зон радиоактивного заражения местности при наземном ядерном взрыве мощностью 3 Мт и скорости ветра 75 км/час.

Р е ш е н и е. Перемещением движка линейки вправо в «окне» таблицы для мощности взрыва устанавливаем 3 Мт. Против значения 75 км/час читаем: зона А – длина 750 км, ширина 50 км; зона Б – длина следа 310 км, ширина 24 км; зона В – длина следа 200 км, ширина 16 км.

Т а б л и ц а 2. Радиусы зон заражения с наветренной стороны

Таблица имеет «окно», в котором показаны значения радиусов для трёх зон заражения в зависимости от мощности взрыва, устанавливаемой в верхнем «окне» табл. 1.

Задача. Определить радиус трёх зон заражения с наветренной стороны при наземном ядерном взрыве мощностью 3 Мт.

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в «окне» для мощности взрыва табл. 1 устанавливаем значение 3 Мт. В «окне» табл. 2 читаем значения радиусов зон заражения: зона А – 1,65 км, зона Б – 1,2 км, зона В – 1 км.

Т а б л и ц а 3. Зоны радиоактивного заражения на следе облака наземного ядерного взрыва

На схеме даётся наглядное представление о радиоактивном заражении после наземного ядерного взрыва. Показаны зоны заражения с наветренной стороны и по следу облака: А – зона умеренного заражения с дозой радиации на внешней границе 40 р; Б – зона сильного заражения с дозой от 400 до 1200 р; В – зона опасного заражения с дозой 1200 р и выше. Доза радиации на границах зон – это доза за время полного распада радиоактивных осадков.

Зоны обычно наносятся на карты (схемы). Табл. 3 является вспомогательной для табл. 1, 2 и 4.

Та б л и ц а 4. Измерение уровней радиации на границах зон в зависимости от времени.

В этой таблице приведены уровни радиации на границах зон А, Б, В через определённое время, прошедшее после ядерного взрыва. С помощью таблицы можно определить изменение со временем уровня радиации в любом пункте, если известен уровень радиации в нём на какой-либо час.

Задача. Определить уровни радиации на границах зон заражения через 5 ч после ядерного взрыва.

Р е ш е н и е. Против значения «5 часов» в первой графе определяем: на границе зоны В уровень радиации 30 р/ч, на границе зоны Б – 10 р/ч, на границе зоны А – 1 р/ч.

Под таблицей дано примечание: каждое семикратное увеличение времени уменьшает радиоактивность примерно в 10 раз. Это можно проследить по таблице: если уровни радиации через 1 ч после ядерного взрыва на границе зоны В, составляют 240 р/ч, зоны Б – 80 р/ч и зоны А – 8 р/ч, то через 7 ч они составят соответственно: 24; 8 и 0,8 р/ч, а через 49 ч (около двух суток) – 2,4; 0,8 и 0,08 р/ч.

Задача. По данным радиационной разведки, через 3 ч после ядерного взрыва в пункте М уровень радиации составлял 32 р/ч. Какой уровень радиации следует ожидать в этом пункте через 10 ч после взрыва?

Р е ш е н и е. 1. Пользуясь табл. 4, составим отношение уровней радиации на 10 и 3 ч; оно одинаково для любой зоны:

в зоне В 15/60 = ¼; в зоне Б 5/20 = ¼; в зоне А 0,5/2 = ¼.

2. Составим пропорцию, используя известный уровень радиации через 3 ч после взрыва:

$$P_{10}/P_3 = ¼ \text{ или } P_{10}/32 = ¼,$$

Из которой найдём интересующий нас уровень радиации в пункте М через 10 ч после взрыва:

$$P_{10} = 32 \times ¼ = 8 \text{ р/ч}.$$

Т а б л и ц а 5. Площадь следа (зоны) заражения

В таблице помещены формулы для подсчёта площади и глубины зоны радиоактивного заражения на любое время после взрыва. Необходимые в этих формулах величины L и b можно найти по данным табл. 1.

Задача. Определить площадь зоны радиоактивного заражения после наземного ядерного взрыва мощностью 3 Мт при скорости среднего ветра 75 км/час.

Р е ш е н и е. Установив движок линейки на значении мощности взрыва 3 Мт, по табл. 1 находим значения длины и ширины следа радиоактивного заражения при скорости среднего ветра 75 км/час; в «окне» для зоны А находим: L = 750 км, b = 50 км. Подставляя в формулу $S = 0{,}8\ L\ b$ найденные значения, получаем

$$S = 0{,}8 \times 750 \times 50 = 30\ 000 \text{ км}^2$$

Это и есть искомая площадь зоны радиоактивного заражения.

Задача. Определить глубину зоны радиоактивного заражения через 3 ч после наземного ядерного взрыва мощностью 2 Мт. Скорость среднего ветра 50 км/ч.

Р е ш е н и е. Используем вторую формулу, приведённую в табл. 5:

$$L = \upsilon\ t = 50 \times 3 = 150 \text{ км}.$$

Проверим, возможно ли заражение на таком удалении при ядерном взрыве мощностью 2 Мт. Для этого, используя табл. 1, определим общую возможную длину следа радиоактивного заражения при взрыве ядерного боеприпаса указанной мощности и скорости среднего ветра 50 км/ч. Находим, что длина следа (по зоне А) L = 538 км. Определённая выше глубина зоны заражения укладывается в общую длину следа заражения; следовательно, заражение возможно.

Используя формулу $L = \upsilon\ t$, можно определять момент начала выпадения радиоактивных осадков на различном расстоянии от центра взрыва. Для только что рассмотренного примера (глубина зоны заражения 150км, скорость среднего ветра 50 км/ч) момент начала выпадения радиоактивных осадков составит:

$$t = \frac{L}{\upsilon} = \frac{150}{50} = 3 \text{ ч.}$$

Т а б л и ц а 6. Уровни радиации на оси следа радиоактивного облака через 10 часов после наземного взрыва

С помощью таблицы определяют уровни радиации на различных расстояниях от центра наземного ядерного взрыва по оси следа радиоактивного облака через 10 *ч* после взрыва при скорости среднего ветра 50 и 100 *км/ч.* Исходной величиной служит мощность ядерного взрыва q (значение мощности ядерного взрыва устанавливают в верхнем «окне» таблицы); уровни радиации читают в «окнах» второй и третьей граф таблицы против заданного расстояния от центра ядерного взрыва.

Задача. Определить уровень радиации через 10 *ч* после наземного ядерного взрыва мощностью 2 *Мт* в пункте М, находящемся на оси радиоактивного следа в 14 *км* от центра взрыва. Скорость среднего ветра 50 *км/ч.*

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в верхнем «окне» таблицы устанавливаем 2 *Мт.* В левой графе таблицы находим расстояние от центра взрыва 14 *км.* В графе для $V = 50$ *км/ч* против этого расстояния читаем ответ: 760 *р/ч.*

Задача. Определить уровень радиации через 10 *ч* после наземного ядерного взрыва мощностью 2,5 Мт в пункте Л, находящемся в 40 *км* от центра взрыва на оси следа радиоактивного облака. Скорость среднего ветра 75 *км/ч.*

Р е ш е н и е. В табл. 6 указанных в задаче исходных данных нет. Решение задачи следует вести путем интерполяции имеющихся в таблице ближайших к заданным значений, в частности: мощности взрыва 2 и 3 *Мт,* расстояния от центра взрыва 30 и 50 *км* и скорости среднего ветра 50 и 100 *км/ч.*

Промежуточные значения запишем в виде таблицы:

Мощность взрыва *q, Мт*	Расстояние от центра взрыва, *км*	Уровень радиации, *р/ч,* при скорости среднего ветра		
		из табл. 6		искомый
		$\upsilon = 50$ *км/ч*	$\upsilon = 100$ *км/ч*	$\upsilon = 75$ *км/ч*
2	30	300	210	$\frac{300+210}{2} = 255$
	50	130	120	$\frac{130+120}{2} = 125$
3	30	450	305	$\frac{450+305}{2} \approx 378$
	50	200	170	$\frac{200+170}{2} = 185$

Путем интерполяции найдем уровни радиации на расстоянии 40 *км* от центра взрыва: для $q = 2$ *Мт*

$$\frac{255+125}{2} = 190 \text{ р/ч;}$$

для $q = 3$ *Мт*

$$\frac{378+185}{2} \approx 282 \text{ р/ч.}$$

По условию задачи мощность взрыва 2,5 *Мт;* взяв полу сумму найденных уровней радиации для $q = 2$ и 3 *Мт,* получим:

$$P = \frac{190+282}{2} = 236 \text{ р/ч}$$

Это и будет значение уровня радиации в пункте Л через 10 *ч* после взрыва.

Т а б л и ц а 7. Коэффициенты для различного времени после ядерного взрыва

Эта таблица является дополнением к табл. 6. Найденный по табл. 6 уровень радиации через 10 *ч* после взрыва следует умножить на приведенный в табл. 7 коэффициент, соответствующий заданному времени, – в результате получим уровень радиации на это время.

Задача. Определить уровень радиации в пункте М через 4 *ч* после наземного ядерного взрыва мощностью 0,5 *Мт.* Пункт М расположен на оси следа радиоактивного облака в 30 *км* от центра взрыва. Скорость среднего ветра 50 *км/ч.*

Р е ш е н и е:

1. По табл. 6 находим, что через 10 *ч* после ядерного взрыва мощностью 0,5 *Мт* в 30 *км* от центра взрыва при скорости среднего ветра 50 *км/ч* уровень радиации 70 *р/ч.*

2. В табл. 7 находим время после взрыва 4 *ч* и против него значение коэффициента, равное 3.

3. Умножаем найденный по табл. 6 уровень радиации на коэффициент 3; получаем уровень радиации в пункте М через 4 *ч* после взрыва:

$$P = 70 \times 3 = 210 \text{ р/ч.}$$

Данные табл. 6 и 7 служат основой при решении задач по табл. 8, 11 и 12, так как уровни радиации являются для них исходными. При этом следует помнить, что:

- на оси следа облака уровень радиации имеет максимальное значение $P_{макс}$;
- уровень радиации в какой-либо точке в стороне от оси следа облака определяется интерполяцией или применением коэффициента, значения которого даны в приложении 3.

Пользуясь табл. 7, можно также решать задачи, которые решались с помощью табл. 4. Например, искомый уровень радиации P_{10} будет меньше известного уровня радиации через 3 *ч* после взрыва (P_3 = 32 *р/ч),* так как с течением времени уровень непрерывно снижается. В соответствии с табл. 7, для 3 *ч* после взрыва коэффициент равен 4. Разделив P_3 на 4, получим уровень радиации через 10 *ч* после взрыва:

$$P = \frac{32}{4} = 8 \text{ р/ч.}$$

Результат совпадает с предыдущим решением (см. задачу, решенную при рассмотрении табл. 4).

Т а б л и ц а 8. Определение дозы по уровням радиации (приближенно)

Дозу облучения, которую получат люди за время пребывания на зараженной местности, необходимо знать для планирования, организации и проведения, спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, составления графиков рабочих смен на производстве, для определения условий преодоления зараженной зоны.

Исходными данными для определения дозы являются уровень радиации и время (см. формулу).

При расчете по этой формуле наиболее точные результаты получают тогда, когда время пребывания на зараженной местности невелико и уровень радиации мал (т.е. чем позже после взрыва будет назначен момент входа). При большой разнице в уровнях радиации $P_{вх}$ и $P_{вых}$ формула даст большие отклонения от истинной дозы; в таких случаях рекомендуется брать значения, полученные промежуточными замерами уровня радиации через равные промежутки времени (не ограничиваясь только крайними замерами), и формула для определения дозы облучения примет вид:

$$D = \frac{P_{вх} + P_2 + P_3 + \ldots + P_{п(вых)}}{n} tp$$

где *n* – число замеров уровня радиации.

Замеры уровня радиации производят при радиационной разведке, а при прогнозировании их определяют по табл. 6 и 7.

Для подтверждения сказанного, решим задачу по формуле, приведенной в табл. 8, и уточненной формуле.

Задача. Какую дозу облучения получат люди за 2 *ч* пребывания на зараженной местности, находясь на ней вне укрытий с момента начала заражения в 75 *км* от центра ядерного взрыва мощностью 0,2 Мт? Скорость среднего ветра 50 *км/ч.*

Р е ш е н и е.

а) По формуле табл. 8:

1. Определим момент начала заражения, пользуясь формулой, приведенной в табл. 5:

$$t = \frac{75}{50} = 1{,}5ч$$

2. Определим уровни радиации к моментам входа на зараженный участок $P_{вх}$ и выхода из него $P_{вых}$, пользуясь табл. 6 и 7 ($P_{вх}$ принимаем с начала заражения).

Перемещением движка вправо устанавливаем в «окне» табл. 6 мощность взрыва 0,2 *Мт.* Поскольку в левой графе (расстояния) нет значения 75 *км,* берем ближайшие два расстояния – 50 и 100 *км.*

При скорости среднего ветра 50 *км/ч* им соответствуют значения уровня радиации: на расстоянии 50 *км* – 15 *р/ч,* на расстоянии 100 *км* – 3,6 *р/ч.* Интерполяцией определяем уровень радиации в этих условиях для точки, удаленной от центра взрыва на 75 *км:*

$$P_{вх} = \frac{15 + 3{,}6}{2} = 9{,}3\,р/\,ч$$

Но это уровень радиации через 10 *ч* после взрыва (он определяется по табл. 6), а по условиям задачи нам необходимо найти уровень через 1,5 *ч* после взрыва. По табл. 7 находим коэффициент на это время: он равен 10. Определяем $P_{вх}$:

$$P_{вх} = 9{,}3 – 10 = 93\ р/ч.$$

Выход из зоны заражения будет осуществлен через 3,5 *ч* после взрыва (1,5 *ч* + 2 *ч* пребывания). Коэффициент для этого времени найдем в табл. 7; в ней значится время после взрыва 3 и 4 *ч,* интерполяцией определяем, что для 3,5 *ч* коэффициент равен:

$$\frac{3+4}{2} = 3{,}5,$$

тогда уровень радиации к моменту выхода из зоны заражения:

$$P_{вых} = 9{,}3 \times 3{,}5 = 32{,}5\ р/ч.$$

3. Доза облучения, полученная людьми *за 2 ч* пребывания на зараженной местности, составит:

$$D = \frac{P_{вх} = P_{вых}}{2} * t = \frac{93 + 32{,}5}{2} * 2 \approx 125\,р$$

б) По уточненной формуле:

1. Определим промежуточные и конечные значения уровня радиации (пользуясь табл. 7):

- через 1,5 *ч*

$$P_{вх} = 9{,}3 \times 10 = 93\ р/ч;$$

- через 2 *ч*

$$P_2 = 9{,}3 \times 7 = 65\ р/ч;$$

- через 3 *ч*

$$P_3 = 9{,}3 \times 4 = 37\ р/ч;$$

- через 3,5 *ч*

$$P_{вых} = 9{,}3 \times 3{,}5 = 32\ р/ч.$$

2. Определим дозу облучения по формуле:

$$D = \frac{P_{вх} + P_2 + P_3 + P_{вых}}{4} t = \frac{93 + 65 + 37 + 32}{4} 2 = 114\,р.$$

Таким образом, разница в ответах первого и второго вариантов решения (125 – 114 = 11 *р)* довольно значительна – около 10 %. Это несмотря на сравнительно короткое время пребывания людей на зараженной местности (2 *ч).* При большем же времени пребывания на

зараженной местности погрешность увеличится, поэтому в таком случае следует подсчитывать дозу по уточненной формуле.

Т а б л и ц а 9. Коэффициенты ослабления доз радиации $К_{ос}$

Эта таблица является вспомогательной к табл. 8 и 11.

Чтобы определить дозу облучения, получаемую людьми в различных условиях защищенности (убежища, жилые здания, подвалы и т.п.), надо дозу, полученную на открытой местности и определенную по формуле табл. 8, разделить на коэффициент, взятый из табл. 9.

На ряде примеров проследим применение табл. 9.

Задача. Продолжим задачу, решенную при рассмотрении табл. 8, где доза, получаемая людьми на открытой местности, составляет 125 *р.* Посмотрим, как будет изменяться эта доза в разных условиях защищенности.

Р е ш е н и е. 1. Люди размещены на первом этаже одноэтажного каменного дома на магистральной улице; доза составит:

$$D = 125/12 \approx 10{,}5\ р.$$

2. Люди размещены в подвале одноэтажного каменного дома на магистральной улице; доза составит:

$$D = 125/46 \approx 2{,}7\ р.$$

3. Люди размещены в одноэтажном здании, расположенном на улице местного значения; доза будет:

$$D = 125/13 \approx 9{,}6\ р.$$

4. Люди размещены в подвале 5-этажпого каменного здания на магистральной улице; доза составит:

$$D = 125/500 \approx 0{,}25\ р$$

5. Люди размещены в открытых щелях; доза будет:

$$D = 125/3 \approx 41{,}7\ р$$

6. Человек работает на танковом бульдозере; доза составит:

$$D = 125/10 \approx 12{,}5\ р.$$

Т а б л и ц а 10. Допустимые дозы облучения людей

В таблице даны допустимые дозы однократного и многократного облучения людей в зависимости от времени и интенсивности облучения.

Содержание таблицы полезно знать па память, ибо эти данные постоянно нужны при прогнозировании, планировании, организации и проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения, а также при планировании и организации работы смен на производственных объектах.

Т а б л и ц а 11. Допустимое время пребывания на зараженной местности

В основу определения допустимого времени пребывания на зараженной местности взято отношение:

$$\frac{D_Д К_{ОС}}{P_{ВХ}},$$

где: $Q_Д$ – установленная (допустимая) доза облучения для личного состава;

K_{OC} – коэффициент ослабления дозы радиации средствами передвижения, зданиями, сооружениями (см. табл. 9);

P_{BX} – уровень радиации к моменту входа в зараженный район.

Следовательно, исходными данными для решения задач с помощью этой таблицы будут: момент входа в зараженный район после взрыва, установленная для данной группы людей допустимая доза облучения $D_Д$, уровень радиации в момент входа людей в зараженный район P_{BX} и коэффициент ослабления дозы радиации K_{OC}. Последний определяют по табл. 9. Уровень радиации в момент входа можно вычислить по табл. 6 и 7 при наличии соответствующих исходных данных.

П р и м е ч а н и е. Для отношения $\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}} = 10$ на движке, против графы времени, прошедшего после взрыва, – 1, 2, 3 и 4 часа, написано «Без ограничения». Это распространяется также на пустые графы движка при отношениях, равных 6, 4 и 3.

Задача. Определить допустимое время пребывания людей в перекрытых щелях, если к моменту их входа в зараженный район через 3 *ч* после взрыва уровень радиации был 150 *р/ч.* Допустимая доза 15 *р.*

Р е ш е н и е:

1. Определим отношение $\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}}$, предварительно найдя в табл. 9 коэффициент ослабления дозы радиации в перекрытых щелях: $K_{oc} = 40$ (см. табл. 9, п. 7). Тогда:

$$\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}} = \frac{15 \cdot 40}{150} = 4 .$$

2. Определим допустимое время пребывания. Перемещением движка вправо в верхнем «окне» таблицы устанавливаем найденное значение 4 и против времени 3 *ч* после взрыва читаем: 11.00. Следовательно, допустимое время пребывания будет равно 11 *ч.*

Задача. Условия те же, что в предыдущей задаче, но допустимая доза 40 *р.*

Р еш е н и е.

$$\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}} = \frac{40 \cdot 40}{150} = 10{,}7 .$$

В верхнем «окне» таблицы устанавливаем значение 10 (ближайшее к 10,7) и находим, что через 3 часа после взрыва длительность пребывания на зараженной местности не ограничена.

Задача. Условия те же, что и в предыдущей задаче, но требуется найти допустимое время пребывания на открытой местности.

Р е ш е н и е. Для открытой местности $K_{oc} = 1$ (см. табл. 9, п. 1). В этом случае

$$\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}} = \frac{40 \cdot 1}{140} \approx 0{,}27 .$$

В табл. 11 нет данных для отношения 0,27; есть данные для ближайших отношений: 0,2 и 0,5, при этом для отношения 0,2 продолжительность пребывания ограничена 15 *мин,* а для отношения 0,5 – 35 *мин.* Для отношения 0,27 можно принять продолжительность пребывания около 20 *мин.*

С помощью табл. 11 решаются и обратные задачи. Можно определить, например, дозу облучения, если известны момент входа, продолжительность пребывания и уровень радиации к началу работ.

Задача. Какую дозу получит личный состав отряда ГО, работающего в очаге поражения (расчистка завала, восстановление моста) в течение 4 *ч,* если к началу работ – через 2 *ч* после взрыва – уровень радиации 12 *р/ч?*

Р е ш е н и е. В левой графе табл. 11 находим 2 *ч* (после взрыва). Перемещением движка вправо против этого времени устанавливаем в «окне» цифру 4 (длительность работы 4 *ч*). Это время соответствует отношению:

$$\frac{D_Д K_{OC}}{P_{BX}} = 2$$

в верхнем «окне» таблицы.

Имея три известных, из отношения находим четвёртую величину:

$$D_Д = \frac{2P_{BX}}{K_{OC}} = \frac{2 \cdot 12}{1} = 24 р.$$

(K_{OC} = 1 при работе на открытой местности, см. табл. 9, п. 1).

С помощью табл. 11 сравнительно быстро получают данные для составления графиков сменной работы на объектах в районе радиоактивного заражения.

Т а б л и ц а 12. Определение дозы *D* при пересечении следа облака

Доза облучения, получаемая людьми при пересечении следа радиоактивного облака, определяется по формуле:

$$D = \frac{P_{CP} l}{\upsilon K_{OC}} р,$$

где $P_{ср}$ – средний уровень радиации, *р/ч* определяется по формулам, приведённым в таблице; *l* – длина маршрута на заражённом участке, *км;* υ – средняя скорость преодоления зоны заражения, *км/ч;* K_{OC} – коэффициент ослабления дозы, учитывающий защитные свойства транспортных средств.

Примечания:

1. Средние уровни радиации определяются через $P_{макс}$ – уровни радиации, замеренные на оси следа облака или определённые по табл. 6 и 7.

В табл. 12 указаны простейшие формулы для определения среднего уровня радиации для различных условий пересечения следа облака. Они просты и в пояснениях не нуждаются.

2. Чтобы более точно определить уровень радиации в стороне от оси следа облака (на оси $P_{МАКС}$), вводится коэффициент, учитывающий постепенное понижение уровня радиации от оси следа облака к внешним границам зон А, Б и В (см. приложение 3).

3. Скорость движения по заражённой местности принята: пешего 4-6 *км/ч,* на железнодорожном транспорте 50-80 *км/ч,* на автотранспорте 10-50 *км/ч* (в зависимости от состояния дорог и обстановки).

Задача. Определить дозу облучения личного состава отряда ГО, следующего через 1,5 *ч* после наземного ядерного взрыва мощностью 0,5 *Мт* по маршруту А – Б длиной 25 *км* на автомашинах со средней скоростью 30 *км/ч.* Маршрут пересекает след облака перпендикулярно; уровень радиации в месте пересечения маршрута и оси следа облака (в 50 *км* от центра взрыва) через 1,5 *ч* после взрыва составлял 370 *р/ч.*

Р е ш е н и е. Известно, что $P_{CP} = \frac{P_{МАКС}}{4} = \frac{370}{4} = 92{,}5 р/ч$; *I* = 25 *км;* υ = 30 *км/ч;* $K_{ос}$ = 2 (для автомашин, см. табл. 9).

Подставив эти значения в формулу, получим:

$$D = \frac{P_{CP} l}{\upsilon K_{OC}} = \frac{92{,}5 \cdot 25}{30 \cdot 2} = 39 р.$$

Получение дозы облучения 39 *р* только при следовании в очаг поражения не оставляет возможностей для производства работ в самом очаге. Начальнику отряда в этих условиях придется принимать другое решение: или искать объезды с меньшим уровнем радиации, или выждать 1,5-2 *ч,* пока уровень радиации не снизится до приемлемого.

Определим, какая обстановка может создаться, если отряд ГО будет выжидать 1,5 *ч.* $P_{вх}$ через 3 *ч* (1,5 + 1,5) будет равен 148 *р/ч* (по табл. 6 и 7), а $P_{СР}$ – 37 *р/ч.* Подставив эти значения в формулу, получим

$$D = \frac{P_{СР}\ell}{\upsilon K_{ОС}} = \frac{37 \cdot 25}{30 \cdot 2} = 15{,}4\,р.$$

Эта доза приемлема.

При пересечении двух-трех следов облака, образованных двумя-тремя взрывами, подсчет дозы облучения ведется таким же методом для каждого следа отдельно. Полная доза складывается из доз, полученных на каждом следе.

Таблица 13. Выход людей из строя при внешнем облучении за время до 4, 10, 20 и 30 суток

По этой таблице можно узнать, сколько приблизительно выведено из строя людей, получивших определенную дозу в течение определенного времени.

Задача. Узнать выход из строя людей в группе рабочих, получивших в течение 10 суток суммарную дозу облучения 225 *р.*

Р е ш е н и е. Перемещением движка вправо в верхнем «окне» таблицы устанавливаем 10 суток. В правой графе находим число 225 (суммарная доза); против этого значения в «окне» правой графы читаем: 50 %. Это значит, что половина рабочих, получивших 225 *р* в течение 10 суток, потеряла трудоспособность (временно или на длительный срок).

Более точное определение потери трудоспособности людей производится медицинской службой.

В левой части табл. 13 приведены суммарные дозы облучения, вызывающие лучевую болезнь различной степени. При этом имеется в виду, что суммарная доза может быть получена за время до 30 суток, а дозы усреднены и в зависимости от состояния организма могут иметь отклонения, например, для лучевой болезни I степени от 100 до 200 *р;* II степени от 200 до 350 *р.*

Таблица 14. Толщина слоя половинного ослабления *(I)* для различных материалов

Таблица справочного характера; с ее помощью можно подсчитать необходимую толщину защиты из различных материалов при сооружении укрытий от проникающей радиации (третья графа) и радиоактивного заражения (четвертая графа) или определить, насколько будут снижены уровни радиации существующим сооружением.

Внизу таблицы дана рекомендация, как подсчитать слой половинного ослабления для материалов, не помещенных в таблице. В основу расчета берется отношение слоя половинного ослабления воды d_B, *см* к плотности материала *n, г/см*^{3}, т.е.

$$d = \frac{d_B}{n}.$$

По табл. 14 для воды слой половинного ослабления проникающей радиации равен 23 *см,* радиоактивного заражения – 13 *см.*

Рассмотрим несколько примеров.

Материал	Плотность *n, г/см³*	Слой половинного ослабления *d, см*	
		проникающая радиация $(\frac{23}{n})$	радиоактивное заражение $(\frac{13}{n})$
Кладка кирпичная	1,5	15	8,7
Кладка бутовая	2,4	9,6	5,4
Глина утрамбованная	2,06	11	6,3
Известняк	2,7	8,5	4,8
Солома, сено	0,12	192	109
Снег	0,125	184	104

П р и м е ч а н и е. Плотность материалов можно найти в любом техническом справочнике.

Таблица 15. Относительная доза в зависимости от продолжительности облучения людей с момента образования следа

В таблице приведены значения относительной дозы облучения за то время после момента образования следа радиоактивного облака, в течение которого люди находятся на открытой местности непосредственно в зоне следа; при этом 100 %-ная доза *(D_∞)* отнесена к бесконечно большому времени, соответствующему практически полному распаду радиоактивности следа.

Задача. Определить дозу облучения, полученную группой работающих за 3 *ч* пребывания на зараженной местности (на границе зоны *Б) с* начала образования следа радиоактивного заражения.

Р е ш е н и е. За время полного распада на границе зоны *Б* доза радиации D_∞ равна 400 *р* (см. табл. 3). По табл. 15 находим, что при облучении с момента образования следа в течение 3 *ч* люди получат 20 % всей дозы; следовательно, доза облучения составит:

$$D = \frac{400}{100} \cdot 20 = 80\,р.$$

При непрерывном и длительном (исчисляемом несколькими сутками) пребывании людей в зараженном районе ожидаемую дозу облучения можно рассчитать по формуле, определяющей степень облучения практически до полного распада радиоактивных веществ:

$$D_\infty = 5P_0\, t_0\, р,$$

где P_0 – уровень радиации, *р/ч,* в момент времени t_0, *ч,* после взрыва.

Так, если через 10 *ч* после взрыва (t_0) уровень радиации составлял P_0 = 8 *р/ч,* то доза облучения до полного распада в этом пункте составит:

$$D_\infty = 5 \cdot 8 \cdot 10 = 400\,р.$$

В таблицах 1÷4 приведены справочные данные, используемые при прогнозировании последствий ядерного взрыва и проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Таблица 1

Кубические корни и кубы

n	$\sqrt[3]{n}$	n^3	n	$\sqrt[3]{n}$	n^3
0,01	0,215	0,000001	3,5	1,518	42,875
0,1	0,464	0,001	3,6	1,532	46,656
0,2	0,584	0,008	3,7	1,546	50,653
0,3	0,669	0,027	3,8	1,560	54,872
0,4	0,736	0,064	3,9	1,574	59,319
0,5	0,793	0,125	4,0	1,587	64,000
0,6	0,843	0,216	4,1	1,600	68,921
0,7	0,887	0,343	4,2	1,613	74,088
0,8	0,928	0,512	4,3	1,626	79,507
0,9	0,965	0,729	4,4	1,638	85,184
1,0	1,000	1,000	4,5	1,651	91,125
1,1	1,032	1,331	4,6	1,663	97,336
1,2	1,062	1,728	4,7	1,675	103,823
1,3	1,091	2,179	4,8	,686	110,592
1,4	1,118	2,744	4,9	,698	117,649
1,5	1,144	3,375	5,0	,710	125,000
1,6	1,169	4,096	5,5	,765	166,37
1,7	1,193	4,913	6,0	,817	216,00
1,8	1,216	5,832	6,5	,866	274,625
1,9	1,238	6,238	7,0	1,912	343,00
2,0	1,259	8,000	7,5	1,957	421,87
2,1	1,280	9,261	8,0	2,000	512,00
2,2	1,300	10,648	8,5	2,040	614,12
2,3	1,320	12,167	9,0	2,080	729,00
2,4	1,338	13,824	9,5	2,117	857,37
2,5	1,357	15,625	10	2,154	1000
2,6	1,375	17,576	12	2,289	1728
2,7	1,392	19,683	15	2,466	3375
2,8	1,409	21,952	18	2,620	5832
2,9	1,426	24,389	20	2,714	8000
3,0	1,442	27,000	25	2,924	15625
3,1	1,458	29,791	30	3,107	27000
3,2	1,473	32,68	40	3,420	64000
3,3	1,488	35,937	50	3,684	125000
3,4	1,503	39,304	75	4,217	421 075
			100	4,642	1 000 000

Таблица 2

Коэффициенты для определения уровня радиации в стороне от оси следа

Расстояние от центра взрыва, *км*	Удаление от оси следа, *км*									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	4	б	10
2	0,92	0,7	0,44	0,1		—	—			
4	0,97	0,88	0,75	0,45	0,04	—	—	—	—	—
6	0,98	0,93	0,86	0,65	0,17	—	—	—	—	—
8	0,99	0,95	0,91	0,75	0,32	0,11	—	—	—	—
10	1	0,97	0,93	0,82	0,44	0,04	—	—	—	—
12	1	0,98	0,95	0,86	0,54	0,09	0,004	—	—	—
14	1	0,98	0,90	0,88	0,61	0,14	0,013	—	—	—
16	1	0,98	0,96	0,91	0,67	0,21	0,028	0,0018	—	—
20	1	1	0,98	0,93	0,75	0,32	0,078	0,011	—	—
25	1	1	0,98	0,95	0,82	0,44	0,16	0,032	0,0061	—
30	1	1	0,99	0,96	0,86	0,54	0,25	0,085	0,021	—
40	1	1	1	0,98	0,91	0,67	0,41	0,020	0,082	—
60	1	1	1	0,99	0,95	0,80	0,61	0,42	0,26	0,0043
80	1	1	1	1	0,97	0,87	0,73	0,57	0,41	0,029
100	1	1	1	1	0,98	0,91	0,80	0,67	0,54	0,082
200	1	1	1	1	1	0,97	0,92	0,86	0,8	0,41

Степени устойчивости воздуха

Исходными данными для оценки радиационной и химической обстановки являются:

- тип и количество СДЯВ, средства применения химического и ядерного оружия и тип ОВ;
- район и время выброса (вылива) ядовитых веществ, применения химического оружия;
- степень защищённости людей;
- топографические условия местности и характер застройки на пути распространения заражённого воздуха;
- метеоусловия (скорость и направление ветра в приземном слое, температура воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости воздуха).

Различают три степени вертикальной устойчивости воздуха: **инверсию, изотермию и конвекцию.**

Инверсия возникает обычно в вечерние часы примерно за 1 ч до захода солнца и разрушается в течение часа после его восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создаёт наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций заражённого воздуха.

Изотермия характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды, но может возникать также и в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конвекции (утром) и наоборот (вечером).

Конвекция возникает обычно через 2 ч после восхода солнца и разрушается примерно за 2-2,5 ч до его захода. Она обычно наблюдается в летние ясные дни. При конвекции нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних, что способствует быстрому

рассеиванию заражённого облака и уменьшению его поражающего действия.

Степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха может быть определена по данным прогноза погоды с помощью графика.

График для оценки степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

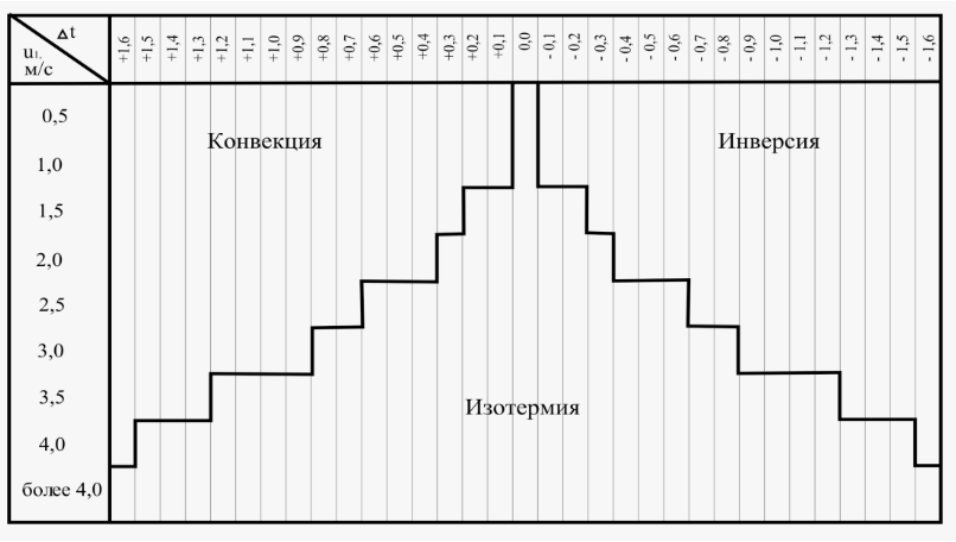

Таблица 3

Максимальное значение светового импульса *U, кал/см²*, соответствующее избыточному давлению *Δp*$_ф$ во фронте ударной волны наземного ядерного взрыва разной мощности

Δp$_ф$, *кГ/см*^{2}	Мощность ядерного взрыва, *q*, *Мт*											
	0,1		0,2		0,3		0,5		1		10	
	R, *км*	*U*	*R*, *км*	*U*	*R*, *км*	*U*	*R*, *км*	*U*	*R*, *км*	*U*	*R*, *км*	*U*
0,1	*5,2*	5	6,5	5	7,4	6	9	6	11	6	24	10
0,2	3,2	14	4	14	4,6	16	5,5	18	7	16	15	18
0,3	2,5	18	3,2	19	3,6	20	4,4	25	5,4	25	12	30
0,4	2,15	19	2,8	25	3,1	28	3,6	38	4,5	40	9,5	50
0,5	1,9	22	2,3	30	2,7	36	3,2	50	4	50	8,5	60
1,0	1,25	*40*	1,6	60	1,9	70	2, 1	80	2,7	90	6,1	100

По этой таблице на каком-либо расстоянии *R* от эпицентра взрыва находят избыточное давление Δ*p*$_Ф$ и световой импульс *U* и, сопоставив найденные значения с опасными для человека значениями светового импульса (см. табл. 9 на лицевой стороне линейки) и избыточного давления, определяют безопасные величины.

Различают следующие степени поражения при избыточном давлении:

- лёгкие контузии – 0,2-0,4 *кГ/см*^{2}*:* звон в ушах, головокружение, головная боль;
- поражения средней тяжести – 0,4-0,5 *кГ/см*^{2}: кровотечение из носа и ушей, расстройство речи и слуха;
- тяжёлые поражения – 0,5-1,0 *кГ/см*^{2}: сильная контузия всего организма, повреждение внутренних органов и головного мозга.

Средний ветер

Наиболее важными исходными величинами для прогнозирования радиоактивного заражения, кроме вида, координат и мощности ядерного взрыва, являются метеорологические данные, от которых зависят направление и скорость среднего ветра.

Распространение радиоактивного облака происходит сравнительно быстро – со скоростью десятки километров в час. На протяжении одних суток могут меняться как скорость, так и направление его движения. В слоях атмосферы скорость и направление ветра изменяются со временем и расстоянием. При прогнозировании для упрощения расчетов введено понятие «средний ветер»: средний по направлению и скорости во всем слое от земли до максимальной высоты подъема радиоактивного облака. Высота подъема радиоактивного облака в зависимости от мощности ядерного взрыва дана в таблице:

Мощность q, Мт	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	5	10
Максимальная высота подъема облака за 10 мин: h, км	12	15	17	19	22	25	27	28	32

Обычно весь слой атмосферы до верхней границы радиоактивного облака делят на слои одинаковой толщины (как правило, 2 км, иногда, при сильной изменчивости ветра, 1 км).

Для определения среднего ветра органы Гидрометеослужбы несколько раз в сутки производят ветровое зондирование атмосферы с помощью шаров-пилотов или радиозондов. Значение среднего ветра получают путем геометрического сложения векторов скорости ветра в отдельных слоях.

Скорость среднего ветра измеряется в километрах в час, а направление – в градусах, отсчитываемых по часовой стрелке от севера.

На основании многолетних наблюдений составлены атласы (альбомы) данных о вероятных господствующих направлениях среднего ветра в различных районах. На их основе можно заблаговременно составить вероятную картину радиоактивного заражения.

Время возможного входа в зону радиоактивного заражения

Задача аварийно-спасательных команд – как можно быстрее войти в зону заражения для обнаружения пострадавших и оказания помощи. В то же время личный состав команд не должен получать дозу облучения выше допустимой. Оценить и правильно определить время возможного входа в зону заражения помогут следующие данные.

Считается, что за первые сутки, после момента образования следа радиоактивного облака, относительная доза облучения людей, находящихся на открытой местности в зоне следа, составит 50 % (см табл. 15 на оборотной стороне линейки). Причем спад дозы радиации в течение первых суток происходит очень резко.

Если сутки разделить на равные промежутки времени, то:

за первые 6 часов накапливается 60 % двухсуточной дозы,
за вторые 6 часов » 16 % » »,
за третьи 6 часов » 6 % » »,
за четвертые 6 часов » 4 % » ».

Следовательно, за первые сутки человек получит 86 % двухсуточной дозы и лишь 14 % – за вторые сутки. Таким образом, во многих случаях целесообразнее переждать некоторое время в целях сохранения работоспособности команд, тем более что вывод из зоны радиоактивного заражения укрывающихся людей также лучше произвести позднее, когда радиоактивность снизится до допустимых пределов.

Время начала работ и начала преодоления зоны радиоактивного заражения

Чтобы определить время **начала работ** в зоне радиоактивного заражения, применяют формулу:

$$t_{нач} = \frac{P_t t_{изм}}{D_Д K_{ос}} t .$$

Время начала преодоления зоны определяют по формуле:

$$t^1_{нач} = \frac{P_{ср} t_{изм}}{D_Д K_{ос}} t ,$$

где $t_{нач}$ ($t'_{нач}$) – время начала работ (преодоления зоны) после ядерного взрыва, ч;

$t_{изм}$ – время измерения уровня радиации после ядерного взрыва, ч;

t – продолжительность работ (преодоления зоны), ч;

P_t – уровень радиации на участке работ в момент времени $t_{изм}$, р/ч;

$P_{СР}$ – средний уровень радиации на маршруте преодоления зоны, р/ч (см. табл. 12 на оборотной стороне линейки);

$О_Д$ – допустимая доза облучения, р;

$К_{ОС}$ – коэффициент ослабления дозы радиации (см. табл. 9 на оборотной стороне линейки).

Таблица 4

Ориентировочные нормы
на выполнение основных видов спасательных и неотложных
аварийно-восстановительных работ

№ п.п.	Наименование работы	Численность группы	Норма времени
1	**Спасательные работы** Откопка пораженного из-под завала путем разработки завала сверху при высоте завала над пораженным: 0,6 м 1,0 м 1,5 м 2,0 м	 4 4 4 4	 45-50 мин 2-2,5 ч 4-4,5 ч 7,5-8 ч
2	Откопка пораженного из-под завала путем проходки галереи в толще завала с установкой креплений (на 1 пог. м галереи)	6	2-2,5 ч
3	Откопка оголовка (люка) аварийного выхода при высоте завала над оголовком (люком): 1,0 м 2,0 м 3,0 м 4,0 м	 4 4 6 6	 2-2,5 ч 7,5-8 ч 14-15 ч 30-32 ч

4	Разборка завала у стены здания над приямком аварийного выхода при высоте завала: 1,0 м 2,0 м 3,0 м 4,0 м	 4 4 6 6	 1,5-2,0 ч 5,5-6,0 ч 8,0-8,5 ч 13-14 ч
5	Откопка приямка в грунте у стены здания объемом 11 $л^3$ с разборкой отмостки	2	5,5-6,5 ч
6	Пробивка проема 0,8 × 0,8 л в стене из кирпича 52 см или бетонных блоков толщиной 40-50 см	2	3-4 ч
7	Вырезание отверстия размером 0,6 × 0,8 м в полотне металлической защитной двери керосинорезом	2	20-25 мин
	Неотложные аварийно-восстановительные работы		
8	Закрывание (открывание) задвижки на водопроводной сети вручную при диаметре труб: 125-500 мм 600-900 мм	 3 4	 20 мин - 1,5 ч 1,5-3 ч
9	Ликвидация аварии на водопроводной сети путем постановки муфты, заделки раструба чугунной трубы цементом или асбоцементом, подчеканки чугунной трубы при диаметре трубы: до 500 мм до 1200 мм	 3 4	 1,5-2,0 ч 5-6 ч
10	Ликвидация аварии на водопроводной сети путем замены звена трубы при диаметре труб: 100-250 мм 300-500 мм более 500 мм	 3 4 4	 3-5 ч 4-8 ч 6-10 ч
11	Перекрытие канализационной линии путем установки деревянной пробки в трубе канализационного колодца	3	1-1,5 ч
12	Разборка поврежденного бетонного колодца диаметром 700-1000 мм	3-4	3-4 ч

13	Устройство временного водоотводного лотка из досок (на 100 пог. м лотка)	2	3-5 ч
14	Открывание (закрывание) задвижки на стальном газопроводе среднего и высокого давления при диаметре труб:		
	150-300 мм	2	30 мин - 1 ч
	300-500 мм	2	1-1,5 ч
	более 500 мм	3	1,5-2 ч
15	Устранение утечек газа на газопроводах среднего и высокого давления временным отключением поврежденного участка путем закрывания задвижек, замены поврежденного участка газопровода и установки усилительной муфты при диаметре труб:		
	100-300 мм	4	1,5-2,0 ч
	300-500 мм	4	2-2,5 ч
	более 500 мм	4	2,5-3,5 ч

П р и м е ч а н и е. В нормах на выполнение неотложных аварийно-восстановительных работ не учтены работы по разборке завалов и земляные работы

3. Методика оценки радиационной обстановки в условиях чрезвычайных ситуаций

При проведении мероприятий по защите населения и объектов народного хозяйства от последствий чрезвычайных ситуаций важное место имеет или занимает выявление и оценка радиационной, химической, бактериологической, инженерной и пожарной обстановки, каждая из которых является важнейшей составной частью общей оценки обстановки, складывающейся в условиях ЧС.

Рассматривая методику оценки радиационной обстановки в условиях чрезвычайных ситуаций, пришли к выводу, что под оценкой радиационной обстановки понимается решение основных задач по различным вариантам действий, а также производственной деятельности объекта в условиях радиоактивного заражения, анализу полученных результатов и выбору наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключаются радиационные потери. Оценка радиационной обстановки производится по результатам прогнозирования.

Основными исходными данными для оценки радиационной обстановки считаются:

- время осуществления ядерного взрыва (или взрыва на АЭС);
- его координаты и расстояние до взрыва;
- вид и мощность взрыва;
- направление и скорость среднего ветра.

По результатам такого прогноза нельзя заранее, т.е. до выпадения радиоактивных веществ (осадков) на местности, определить с необходимой точностью уровень радиации на территории объекта. Объективно, в данном случае, можно оценить обстановку только с помощью приборов радиационного и дозиметрического контроля (ДП-5А, ДП-5В, ДП-5Б, ДКП-50-А, ДС-50, РКСБ-104, ДП-70М, ПК-56). На любом объекте, включая и учебные учреждения в организационной структуре предусмотрены подразделения, которые при выполнении своих функциональных обязанностей (это ХНП) устанавливают начало

радиоактивного заражения, измеряют уровни радиации иногда (засекают) определяют время наземного ядерного взрыва.

Решение типовых задач по оценке радиационной обстановки

При решении задач по оценке обстановки, измеренные в различное время уровни радиации, приводят к 1 часу после взрыва (к эталонному уровню). Это облегчает осуществление контроля за спадом уровней радиации и обеспечивает возможность нанесения зон заражения на схему (план) объекта или карту района. Рассмотрим решение таких задач на примерах.

Задача 1. Приведение уровней радиации к одному времени после взрыва. Могут встретиться два варианта:

- первый, когда время взрыва известно;
- второй, когда время взрыва неизвестно.

Если время взрыва известно, то для приведения уровней радиации к 1 часу после взрыва необходимо величину измеренного прибором уровня радиации умножить на коэффициент *К*, который представляет собой отношение уровня радиации на 1 час после взрыва к уровню радиации на любое заданное время (P_0/P).

Пример 1. На территории объекта в 12.00 уровень радиации составляет 50 Р/ч. Определить уровень радиации на 1 час после взрыва, если ядерный удар по городу N, от которого произошло заражение объекта, нанесён в 8.00.

Р е ш е н и е. Определяем время, прошедшее от момента взрыва до измерения уровня радиации. Оно равно 12.00 – 8.00 = 4.00 часам. По таблице 5 находим в колонке «Время, прошедшее после взрыва» цифру 4 и напротив неё считываем значение К, которое равно 5,3. После этого определяем уровень радиации на 1 час после взрыва ($P_{1ч}$): $P_{1ч}$ = 50:5,3 = 265 Р/ч.

Если время ядерного взрыва неизвестно, то перед тем как решать приведённый пример, его определяют по данным скорости снижения уровня радиации за какой-то интервал времени. Для этого в конкретной точке на территории объекта одним и тем же прибором дважды измеряют величину уровня радиации с определённым интервалом между замерами. Затем рассчитывают отношение уровней радиации при втором и первом замерах $P_2:P_1$. По найденному отношению и известному интервалу времени с помощью таблицы определяют время с момента взрыва до второго измерения. Затем время с момента взрыва до второго измерения. Затем прибегаем к помощи следующих таблиц.

Таблица 5

Значение коэффициента *К*, показывающего, во сколько раз уменьшились мощность дозы излучения и плотность радиоактивного загрязнения за время от момента 1 ч после взрыва до момента измерения

Время, прошедшее после взрыва, ч	*К*	Время, прошедшее после взрыва, ч	*К*	Время, прошедшее после взрыва, ч	*К*
1	1,0	5	6,9	12	20,0
1,5	1,6	5,5	7,7	15	25,7
2	2,3	6	8,6	18	32,0
2,5	3,0	7	10,3	20	36,4
3	3,7	8	12,0	24	45,0
4	5,3	9	14,0	36	74,0
4,5	6,1	10	16,0	48	104,0

Пример 2. На территории объекта в 10.30 был произведён первый замер уровня радиации (P_1), который составил, 30 Р/ч, а в 11.00 в той же точке прибор показал (P_2) 24 Р/ч. Требуется определить время взрыва, от которого произошло заражение объекта.

Р е ш е н и е. Определяем интервал времени между вторым и первым измерениями. Оно равно 11.00 – 10.30 = 30 минутам. Затем определяем отношение уровней радиации при втором и первом измерениях: $P_2:P_1$ = 24:30 = 0,8. По таблице 6 в первом вертикальном столбце отыскиваем величину 0,8 и на пересечении с колонкой «30 минут» (интервал между замерами) определяем, что от момента взрыва до второго измерения прошло 3 часа. Следовательно, взрыв был произведён в 8.00 (11.00-3.00). Это время и подставляется в формулу для проведения дальнейших расчётов, как указано в примере 1.

Таблица 6

Время, прошедшее после взрыва до второго измерения уровней радиации на местности, ч-мин

Отношение уровня радиации при втором измерении к уровню радиации при первом измерении ($P_2:P_1$)	Время между измерениями					
	минуты			часы		
	10	20	30	1	2	3
0,9	2-00	4-00	6-00	12-00	24-00	36-00
0,8	1-00	2-00	3-00	6-00	12-00	18-00
0,7	0-40	1-20	2-00	4-00	8-00	12-00
0,6	0-30	1-00	1-30	3-00	6-00	9-00
0,5	-	0-45	1-10	2-00	4-30	7-00
0,4	-	0-35	0-55	1-50	3-40	5-30
0,3	-	-	-	1-35	3-10	4-40
0,2	-	-	-	1-20	2-40	4-00

Задача 2. Определение возможных доз облучения при действиях на местности, зараженный РВ. В целях исключения переоблучения рабочих, населения при их действиях или пребывании на зараженной территории необходимо заранее рассчитывать возможные дозы, которые они могут получить в этих условиях.

Дозу облучения можно рассчитать по линейкам ДЛ-1, РЛ, формулам или таблицам. Дозу облучения определяют по формуле, имеющей общий вид

$$Д = P\,t \qquad (1),$$

где $Д$ – доза облучения; P – мощность дозы (уровень радиации); t – продолжительность облучения. Эта формула справедлива при постоянном уровне радиации. Однако из-за непрерывности распада радиоактивных продуктов ядерного взрыва уровень радиации на местности уменьшается, причём не равномерно, а по экспоненциальной кривой, – вначале быстро, а в последующее время всё медленнее и медленнее. Поэтому уровень радиации приходится измерять многократно: чем чаще, тем точнее определение дозы. Производить такие измерения неудобно. Но хуже того, что дозу нельзя рассчитать заранее. Расчёт величины облучения для первых суток после выпадения радиоактивных осадков можно по формуле:

$$Д = 5P_{вып}t_{вып}^{1,2}(t_н^{-0,2} - t_к^{0,2}) \qquad (2),$$

где $Д$ – доза облучения за любое время; $P_{вып}$ – максимальный уровень радиации на время $t_{вып}$; $t_{вып}$ – время завершения формирования следа, когда уровень радиации перестал увеличиваться; $t_н$ – начало облучения после взрыва; $t_к$ – конец облучения после взрыва.

От начала вторых суток после ядерного взрыва или при кратковременных (в пределах нескольких часов) в течение первых суток величины облучения целесообразно рассчитывать упрощённой формулой:

$$Д = P_{СР}t \qquad (3),$$

где P_{CP} – средний уровень радиации; $P_{CP} = \frac{P_{BX} + P_{BЫX}}{2}$; P_{BX} и $P_{BЫX}$ – уровни радиации при входе и выходе из района заражения; t – время пребывания в районе заражения.

При определении дозы радиации в защитных сооружениях необходимо учитывать коэффициент ослабления радиации ($K_{осл}$) в данном помещении. Тогда формула будет иметь вид:

$$Д = \frac{P_{CP}t}{K_{OCЛ}}, \text{ или } Д = \frac{P_{BX} + P_{BЫX}}{2K_{OC}}t \qquad (4).$$

Ниже приводится такой пример решения задачи с помощью формулы (4).

Пример 3. Определить дозу, полученную рабочими за время работы в кирпичном помещении цеха (эталонный уровень на территории объекта 240 Р/ч, если в момент их входа в помещение уровень радиации был 24 Р/ч, а при возвращении в ПРУ после работы 16 Р/ч. Работа продолжалась 3 часа.

Р е ш е н и е.

$$\frac{P_{BX} + P_{BЫX}}{2K_{OCЛ}}t = \frac{24+16}{2\cdot 10}\cdot 3 = 6P.$$

Из условия задачи видно, что расчёт по данной формуле произведён после завершения работы, когда доза уже получена. Такая ситуация может иметь место в реальной обстановке в очаге ядерного взрыва или аварии на АЭС. Данной формулой можно пользоваться и для прогнозирования, если известны предполагаемая продолжительность работы и уровень радиации на любое время после взрыва. В этом случае с помощью линеек ДЛ-1, РЛ или коэффициента K можно рассчитать уровни радиации как в момент входа, так и выхода из зоны заражения.

Прогнозировать дозу в течение первых суток после выпадения радиоактивных осадков рекомендуется, как указано выше, с помощью формулы (2). Однако это связано со сложными математическими расчётами, что затрудняет её практическое использование в боевой обстановке. В связи с этим были разработаны таблицы, упрощающие решение задачи, для расчёта дозы, достаточно знать эталонный уровень радиации на объекте, время начала работы, отсчитываемое от момента взрыва, и продолжительность работы. Таблица составлена только на один уровень радиации – 100 Р/ч на 1 час после взрыва. Поскольку уровни радиации на территории объекта могут быть самыми разными, дозу, найденную в таблице, необходимо умножить на отношение Р:100. Для примера ниже приводится решение означенной задачи с помощью таблицы.

Пример 4. На объекте через 1 час после взрыва уровень радиации составил 240 Р/ч. Определить дозу, полученную рабочими в кирпичном помещении цеха, если они начнут работу через 6 ч после взрыва и будут работать в течение 3 часов.

Р е ш е н и е. По таблице определяем дозу при уровне 100 Р/ч. Она составит 27 Р (на пересечении граф «Время начала облучения» – 6 часов, «Продолжительность пребывания» – 3 часа).

При уровне радиации на объекте 240 Р/ч доза будет больше (240:100 = 2,4) в 2,4 раза и составит 27·2,4 = 64,8 Р. Коэффициент ослабления радиации кирпичного помещения равен 10. Значит доза облучения рабочих, составит 64,8:10 = 6,5 Р.

Задача 3. Определить возможные радиационные потери среди рабочих, населения и личного состава формирований. При решении этой задачи вначале рассчитывают дозу облучения (т.е. решают задачу 2), а затем по таблице определяют процент выхода из строя людей из числа находящихся на объекте. Радиационные потери населения и личного состава формирований можно определить с помощью таблицы-линейки РЛ.

Задача 4. Определить целесообразность действий людей на местности, заражённой РВ. Исходными данными для определения целесообразности действий людей в условиях радиоактивного заражения являются время входа людей на заражённый участок (время

начала облучения); уровень радиации в момент входа в зону ($P_{ВХ}$); установленная доза облучения ($Д_{УСТ}$); продолжительность облучения; коэффициент ослабления радиации защитными сооружениями или транспортными средствами ($К_{ОСЛ}$).

Расчёты, связанные с определением целесообразности действий людей на заражённой местности, необходимы для принятия обоснованных решений, не допускающих, как правило, переоблучения людей при ведении СиДНР и выполнении других работ. Наиболее часто приходится решать следующие варианты этой задачи.

Вариант 1. Определение допустимой продолжительности пребывания людей на заражённой местности.

Расчёт ведут с помощью таблицы. Для этого, используя исходные данные, рассчитывают отношение $(Д_{УСТ}\ К_{ОСЛ}) : P_{ВХ.}$ По значению этого отношения и времени, прошедшему с момента взрыва до начала работы. По этой же таблице определяют допустимое время пребывания на заражённой местности.

Пример 5. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих на территории цеха, если работы начались через 3 часа после взрыва при уровне радиации 100 Р/ч. Работающим установлена заданная доза 30 Р. Работы ведутся в кирпичных зданиях с $К_{ОСЛ} = 10$.

Р е ш е н и е. Рассчитываем отношение $(Д_{УСТ}\ К_{ОСЛ}) : P_{ВХ} = (30 \cdot 10) : 100 = 3$. Затем по таблице на пересечении в крайней левой колонке строки со значением отношения, равным 3, и вертикальной колонки «Время входа в заражённый район взрыва» – 3 ч, находим ответ: допустимое время работы в кирпичном помещении на заражённой местности равно 6 часам. При этом рабочие получат дозу не более 30 Р.

Вариант II. Определение допустимого времени начала преодоления зон (участков) заражения. Такие расчёты необходимы при выдвижении спасательных формирований к объектам работы, а также для определения начала эвакуации населения из зон с высоким уровнем радиации. Исходными данными для расчёта являются: установленная доза облучений для формирования, средний эталонный уровень радиации (Р/ч) на маршруте, время движения (t), коэффициент ослабления радиации транспортными средствами ($К_{ОСЛ}$). Полученные данные об уровнях радиации на маршруте приводятся к 1 часу после взрыва. Поэтому, решая поставленную задачу, сначала определяют дозу облучения, которую получили бы люди, начав движение через 1 час после взрыва, для чего используется общая формула:

$$Д = \frac{Pcpt}{Kосл},$$

где $P_{ср}$ – на 1 ч после взрыва.

Поскольку продолжительность пребывания на заражённом участке (t) зависит от длины пути (l) и скорости передвижения (υ) $t = \frac{l}{\upsilon}$, то формула приобретает вид $Д = \frac{P_{СР}t}{K_{осл}\upsilon}$.

Определив по данной формуле дозу, сравнивают её с заданной. Если она превышает заданную, то используя таблицу, определяют, через какое время произойдёт снижение уровня радиации настолько, что рассчитанная по формуле доза сравняется с установленной. Это и будет допустимым временем начала преодоления зоны заражения. Решение этой задачи приводится ниже.

Пример 6. Формирование получило приказ совершить пеший переход (υ = 5 км/ч) из пункта А в пункт Г (l = 7,5 км). При этом установленная доза за время перехода не должна превысить 10 Р. Взрыв, от которого произошло заражение, произведён в 6.00. Эталонные уровни радиации в пункте А – 8 Р/ч, в пункте Б – 82, в пункте В – 180, а в пункте Г – 50 Р/ч. Определить время начала преодоления заражённого участка.

Р е ш е н и е. Первоначально определяем средний уровень радиации на 1 ч после взрыва на маршруте по формуле:

$$P_{ср} = \frac{8 + 82 + 180 + 50}{4} = 80 P/ч.$$

Затем определяем дозу, набираемую за время движения при условии начала марша через 1 час после взрыва:

$$Д \frac{P_{СР} t}{K_{осл} \upsilon} = \frac{80 \cdot 7{,}5}{1 \cdot 5} = 120 P.$$

Полученное значение в 12 раз превышает установленную дозу. Следовательно, чтобы получить дозу облучения не более 10 Р личный состав формирования должен начать движение, когда уровень радиации, а значит, и доза снизятся в 12 раз. В таблице для значения K = 12 в колонке «Время, прошедшее после взрыва» находим цифру 8.00. Это означает, что уровень радиации уменьшится в 12 раз через 8 часов после взрыва. Поэтому формирование может начать движение в 14.00.

Вариант III. Определение времени начала и продолжительности ведения спасательных и других неотложных работ на заражённой местности.

Преждевременный ввод формирований в зоны сильного и опасного заражения может привести к поражению личного состава. С другой стороны, переоценка опасности заражения приведёт к тому, что помощь, на которую рассчитывают пострадавшие, может оказаться запоздалой.

Исходными данными для определения времени ввода формирований на объект проведения спасательных работ являются уровни радиации на объекте; установленная доза облучения на первые сутки или на весь период ведения СПАВР в очаге поражения. Кроме того, время ввода формирований зависит и от продолжительности работы первой и последующей смен. Чем короче продолжительность смен, тем раньше их можно вводить в очаг поражения (ОП).

Для определения времени ввода формирований в ядерный ОП, продолжительности работы и количества смен используются таблицы, адекватные приведённой ниже. Они позволяют ускорить получение ответов на поставленные вопросы.

Пример 7. На объекте через 1 час после ядерного взрыва уровень радиации составил 80 Р/ч. Требуется определить время ввода первой и последующей смен и продолжительность их работы при условии, что первая смена должна работать не менее 2 часа, а установленная доза облучения на первые сутки работы не должна превышать 25 Р.

Р е ш е н и е. По таблице на пересечении горизонтальной строки 80 Р/ч крайней левой колонки и вертикальной колонки 25 Р находим ответ: первая смена начинает работу через 3,8 часа после взрыва и проведёт её в течение 2 часов. Вторая смена входит в очаг через 5,8 часа после взрыва и может работать в течение 3,4 часов; третья смена приходит через 9,2 часа и может работать в течение 6,2 часов; четвёртая смена войдёт в очаг через 15,4 часа и сможет работать 8 часов и более. Дальнейшей регламентации работы смен при заданных условиях не требуется.

При более высоких уровнях радиации указывается количество смен, необходимых на сутки работы.

Таблица 7

$\frac{Д_{УСТ} K_{ОСЛ}}{P_{ВХ}}$	Время выхода в заражённый район с момента взрыва, ч														
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24
0,2	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15
0,3	0-30	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
0,4	0-40	0-30	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25

0,5	1-00	0-40	0-35	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30
0,6	1-25	0-45	0-45	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40
0,7	2-00	1-10	0-50	0-50	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45
0,8	2-55	1-30	1-00	1-00	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50
0,9	4-00	1-40	1-10	1-10	1-10	0-10	1-10	0-10	1-10	0-55	0-55	0-55	0-55	0-55	0-55
1,0	6-00	2-00	1-20	1-20	1-20	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
1,2	15-0	3-10	2-00	2-00	1-30	1-30	1-30	1-25	1-25	1-20	1-20	1-20	1-20	1-20	1-20
2,0		12-0	4-00	3-10	2-45	2-35	2-30	2-20	2-20	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10
2,5		31-0	6-30	4-30	3-50	3-30	3-15	3-00	2-50	2-50	2-50	2-50	2-50	2-40	2-40
3,0	Без огра-ни-че-ния		10-0	6-00	5-00	4-30	4-00	3-50	3-50	3-30	3-30	3-30	3-35	3-15	3-15
4,0			24-0	11-00	8-00	7-00	6-00	5-45	5-45	5-00	5-00	5-00	5-00	4-30	4-30
6,0				36-00	20-00	15-00	12-00	10-30	10-00	8-00	8-00	8-00	8-00	7-00	7-00
10,0						60-00	40-00	30-00	25-00	23-00	21-00	18-00	16-00	14-00	13-00

Таблица 8

Время ввода и продолжительность работ смен в очаге поражения (при продолжительности работы первой смены 2 ч.), ч

Уровень радиации на 1 ч после взрыва, Р/ч	Смены	Установленная доза на первые сутки, Р.					
		15		25		50	
		Время начала работы после взрыва	Продол-житель-ность работы смены	Время начала работы после взрыва	Продол-житель-ность работы смены	Время начала работы после взрыва	Продол-житель-ность работы смены
25	1	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	8 и бол.
	2	4,0	5,3	3,0	8 и бол.	-	-
	3	9,3	8 и бол.	-	-	-	-
80	1	6,2	2,0	3,8	2,0	1,8	2,0
	2	8,2	2,8	5,8	3,4	3,8	5,5
	3	11,0	4,0	9,2	6,2	9,3	8 и бол.
	4	15,0	6,0	15,4	8 и бол.	-	-
	5	21,0	8 и бол.	-	-	-	-
140	1	10,5	2,0	6,5	2,0	3,3	2,0
	2	12,5	2,5	8,5	2,8	5,3	3,7

	3	15,0	3,1	11,3	3,9	9,0	7,2
	4	18,1	3,9	15,2	5,7	16,2	8 и бол.
	5	22,0	4,9	20,9	8 и бол.	-	-
	6	26,9	6,3	-	-	-	-
	7	33,2	8 и бол.	-	-	-	-
180	1	13,2	2,0	8,3	2,0	4,3	2,0
	2	15,2	2,4	10,3	2,6	6,3	3,3
	3	17,6	2,8	12,9	3,5	9,6	5,5
	4	20,4	3,4	16,4	4,6	15,1	8 и бол.
	5	23,8	4,1	21,0	6,3	-	-
	6	27,9	4,0	27,3	8 и бол.	-	-
	7	31,9	6,1	-	-	-	-
	8	38,0	7,6	-	-	-	-
	9	45,6	8 и бол.	-	-	-	-
240	1	17,0	2,0	10,7	2,0	5,6	2,0
	2	19,0	2,3	12,7	2,4	7,6	2,9
	3	21,3	2,6	15,1	3,1	10,5	4,3
	4	23,9	3,0	18,2	3,8	14,8	6,6
	5	26,9	3,5	22,0	4,8	-	-
	6	30,4	4,1	26,8	6,1	8 и бол.	
	7	34,5	4,7	32,9	7,8	-	-
	8	39,2	5,5	-	-	-	-
		Работа по 8 ч возможна через 2,2 суток после взрыва		8 и более		-	-
300	1	20,6	2,0	13,2	2,0	7,0	2,0
	2	22,6	2,2	15,2	2,4	9,0	2,7
	3	24,8	2,5	17,6	2,8	11,7	3,8
	4	27,3	2,8	20,4	3,4	15,5	5,4
	5	30,1	3,2	23,9	4,1	20,9	7,8
	6	33,3	2,6	28,0	5,0	8 и бол.	смен
	На одни сутки работы требуется 9 смен.			9 смен		8	смен
	Работа по 8 ч возможна через 2,7 суток после взрыва.			1,7 суток		-	-

Задача 5. Определение режимов защиты рабочих, колхозников и производственной деятельности объекта народного хозяйства. В условиях сильного радиоактивного заражения основными способами защиты личного состава невоенизированных формирований и населения являются укрытие их в убежищах и ПРУ, а также строгое ограничение времени пребывания на открытой местности. Порядок применения средств и способов защиты людей, предусматривающий максимальное уменьшение возможных доз облучения и выбор наиболее целесообразных действий в зонах радиоактивного заражения, называется **режимом защиты.**

а) Режим защиты рабочих и служащих

Включают три основных этапа выполняемых в строгой последовательности:

- Первый этап характеризуется продолжительностью прекращения работы на объекте (время непрерывного пребывания людей в защитных сооружениях).
- Второй этап регламентируется продолжительностью работы объекта с использованием для отдыха защитных сооружений или жилых зданий за пределами зон радиоактивного заражения.

- Третий этап определяется продолжительностью работы объекта с ограниченным пребыванием людей на открытой местности.

При определении режима защиты учитывают величину уровня радиации на местности, условия работы и $K_{осл}$ гамма-облучения для укрытий, производственных и жилых зданий, транспорта. Поскольку на объектах могут быть укрытия с различными коэффициентами ослабления, режимы разработаны для $K_{осл}$ = 20-50; $K_{осл}$ = 50-100; $K_{осл}$ = 100-200; и $K_{осл}$ = 1000 и более.

В таблице 9 приведены варианты режимов производственной деятельности для объектов, имеющих защитные сооружения с коэффициентами ослабления радиации K_1 = 25-50 и K_2 = 1000 и более. Режимы защиты разработаны с учётом одно- и двухсменной работы рабочих, колхозников и служащих продолжительностью 10-12 ч в сутки в производственных зданиях ($K_{осл}$ = 7) и проживания в каменных домах ($K_{осл}$ = 10).

При разработке режимов защиты учитывались дозы облучения за время пребывания работников объекта в ПРУ, производственных и жилых помещениях, а также при переходе из мест отдыха на работу и обратно.

Таблица 9

Режим защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектив народного хозяйства в условиях радиоактивного заражения местности

Уровень радиации на 1 ч после взрыва.	Характеристика режима						Общая продолжительность режима, сутки.
	Время непрерывного пребывания людей в защитных сооружениях, ч		Продолжительность работы объекта с использованием для отдыха защитных сооружений.		Продолжительность режима с ограниченным пребыванием на открытой местности (до 2 ч в сутки), ч		
	$K_{осл}$ = 25-50	$K_{осл}$ = 1000	$K_{осл}$ = 25-50	$K_{осл}$ = 1000	$K_{осл}$ = 25-50	$K_{осл}$ = 1000	
50	До 3		Можно не использовать		До 21		1
80	4	3	10	7	22	26	1,5
240	24	6	48	18	72	120	6
800	Защита	48	Защита	60	Защита	612	30
2000	не обеспечивается	192	не обеспечивается	288	не обеспечивается	960	60

Пример 8. Рабочие совхоза проживают в каменных одноэтажных домах ($K_{осл}$ = 10), работают в коровнике ($K_{осл}$ = 7) и для защиты используют ПРУ с $K_{осл}$ = 25-50. Определить режим защиты рабочих, если через 1 час после ядерного взрыва на территории совхоза уровень радиации составил 240 Р/ч.

Р е ш е н и е. По таблице 9 определяем, что при уровне радиации 240 Р/ч объект прекращает работу на 24 часа. В течение этого времени все рабочие смены должны находиться в ПРУ. По истечении 24 часов в совхозе восстанавливается производственная деятельность, при которой одна из смен приступает к работе, а вторая находится в ПРУ. Затем отработавшая смена отправляется для отдыха в ПРУ, а вторая смена приступает к работе. В графе 4 находим, что продолжительность работы в совхозе с использованием ПРУ для отдыха рабочих составляет 48 ч. Через 72 ч (24 + 48 ч) рабочие переходят на режим с

ограниченным пребыванием на открытой местности (не более 2 ч в сутки). В этот период для отдыха используются жилые дома. 3. В графе 6 находим, что продолжительность этого периода 72 ч (3 суток). В графе 8 находим, что общая продолжительность соблюдения режима защиты составляет 6 суток.

Режим защиты выбирают и устанавливают руководители объектов и штабы ГО.

В настоящее время на объектах рекомендуется иметь типовые режимы противорадиационной защиты, разработанные в виде отдельных таблиц, в которых с учётом зоны радиоактивного заражения, эталонного уровня радиации, коэффициентов ослабления ПРУ, производственных и жилых зданий указана общая продолжительность режима и каждого из его трёх основных этапов. Если типовые режимы не подходят к условиям объекта, то их определяет штаб расчётным способом.

Соблюдение установленного режима не допускает облучения людей сверх установленных доз и обеспечивается производственною деятельность объекта с минимальным временем прекращения его работы при различных уровнях радиации.

б) Это полезно знать каждому

1. С помощью обыкновенных часов можно определить не только время ядерного взрыва, но и расстояние до него, если засечь время в секундах (по секундной стрелке или просто считая про себя) с момента вспышки до прихода звуковой волны к наблюдателю. Разделив число секунд на три, получим расстояние до взрыва в километрах (волна проходит один километр примерно за 3 с). Так, если после вспышки до прихода волны прошло 60 с, то расстояние до взрыва равно 20 км.

2. Вид взрыва определяют по внешней картине образования грибовидного облака, которое можно наблюдать невооружённым глазом без всякой опасности после окончания свечения огненного шара. Так, если пылевой столб (ножка гриба) с момента образования облака соединён с облаком (шляпкой гриба) (гриб как бы вырастает из земли), то взрыв наземный.

При воздушном взрыве пылевой столб не соединён с облаком и в процессе подъёма может догнать облако и соединиться с ним (при $H \leq 20\sqrt[3]{q}$, м) или не соединиться (при $H > 20\sqrt[3]{q}$, м). В обоих случаях радиоактивное заражение местности на следе облака будет незначительным.

3. Наиболее трудной задачей принято считать определение мощности взрыва; её решают обычно с помощью данных станций засечки, радиолокационных станций или средств инструментальной разведки (теодолитов, стереотруб и т.д.) и др.

Вместе с тем мощность взрыва ориентировочно можно определить по отношению видимых размеров грибовидного облака к моменту подъёма его на максимальную высоту (обычно через 8-9 мин после взрыва независимо от его мощности).

Отношение видимых размеров облака *h/d* (*h* – видимая максимальная высота подъёма верхней кромки облака от поверхности земли и *d* – видимый горизонтальный диаметр облака на максимальной высоте) определяют с помощью обыкновенной линейки (карандаша, палочки), держа её перед собой на расстоянии вытянутой руки.

Ориентировочно мощность взрыва в зависимости от найденного отношения *h/d* определяют по таблице 10.

Таблица 10

h/d	5	2,5	1,5	1,0	0,9
q, тыс. т	1	10	100	1000	10 000

Как видно из таблицы 10, при ядерных взрывах мегатонного класса размеры грибовидного облака: высота подъёма и горизонтальный диаметр – примерно одинаковы. Абсолютные размеры грибовидного облака в этом случае могут достигать 20 км и более.

Прогнозирование, осуществляемое обычно в крупных штабах ГО после получения данных о параметрах ядерного взрыва, начинается с нанесения на карту (схему) центра (эпицентра) взрыва и зон радиоактивного заражения в виде эллипсов, вытянутых по направлению среднего ветра.

Направление и скорость среднего ветра определяют с учётом мощности взрыва. С этой целью по таблице 11 находят слой атмосферы, для которого определяют данные о среднем ветре.

Размеры зон радиоактивного заражения в зависимости от вида и мощности взрыва, а также скорости среднего ветра определяют по справочникам.

Таблица 11

Мощность взрыва q, тыс. т	Слой атмосферы, км
1-10	0-3
1-100	0-6
1-1000	0-12
Более 1000	0-18

4. Размеры зон радиоактивного заражения на следе облака при наземном ядерном взрыве можно ориентировочно определить по формулам:

длина зоны $Г – L_Г \approx 1,0 \sqrt{q}$ км, q – тыс. т;

$$В – L_В = 2,5\ L_Г;$$

$$Б – L_Б = 5\ L_Г;$$

$$А – L_А = 16\ L_Г.$$

Максимальная ширина следа будет равна: 0,1 L – при скорости среднего ветра υ = 100 км/ч; 0,2 L – при υ = 50-75 км/ч и 0,4 L – при υ = 25 км/ч.

Однако указанные зоны заражения образуются только при определённых условиях. Так, например, при наземных взрывах боеприпасов мощностью 100 кт и более зона Г образуется при υ = 25-50 км/ч, а мощностью 500 кТ и более – только при υ = 75-100 км/ч.

Оценка радиационной обстановки по данным прогноза в крупных штабах ГО также осуществляется с помощью официальных справочников. Вместе с тем её можно произвести ориентировочно на основе здания характеристик зон радиоактивного заражения, в которых может оказаться объект, и закономерностей накопления дозы излучения в зависимости от времени, прошедшего после взрыва (табл. 12).

Таблица 12

Продолжительность облучения с момента образования следа*, Т	Часы						Сутки			Бесконечно большое время
	1	2	4	6	8	12	1	5	30	
Доза в % от D_∞	13	20	28	32	36	40	50	60	70	100

* Выпадение радиоактивных веществ произошло через 1ч после взрыва.

4. Методика оценки химической обстановки в очаге, образованном СДЯВ (АХОВ)

Под оценкой химической обстановки понимается определение масштаба и характера заражения отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами, анализ их влияния на деятельность объектов, сил ГО и населения.

Исходные данные для оценки химической обстановки. Основными исходными данными для оценки химической обстановки являются: район и время применения химического оружия или разлива СДЯВ; тип и количество ОВ или СДЯВ; погодные условия времени поражения, топографические условия местности, характер застройки или растительности на пути движения заражённого воздуха; условия хранения и характер

выброса (вылива) ядовитых веществ; степень защищённости людей и сельскохозяйственных животных, условия хранения продовольствия, кормов, укрытия техники и других материальных средств.

При оценке химической обстановки, созданной применением боевых ОВ, определяют также средства доставки, площадь района применения, границы очага химического поражения и тип ОВ, глубину распространения заражённого воздуха, стойкость ОВ на местности и технике и время пребывания людей в средствах защиты кожи; возможные потери населения и личного состава формирований.

Для оценки химической обстановки необходимо знать скорость и направление приземного ветра, температуру воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости воздуха. Эти метеоданные штаб ГО объекта получает от метеостанций или полётов радиационного и химического наблюдения в течение каждых 4 часов.

Степень вертикальной устойчивости воздуха ориентировочно можно определить, наблюдая за погодой. Так, инверсия возникает вечером при ясной погоде, малой (до 4 м/с) скорости ветра за час до захода солнца и разрушается утром в течение часа после восхода солнца. Конвекция возникает при ясной погоде и слабом (до 4 м/с) ветре утром через 2 ч после восхода солнца и разрушается вечером за 2-2,5 ч до захода солнца. Изотермия наблюдается обычно в пасмурную погоду. При снежном покрове чаще наблюдается изотермия и реже – инверсия.

Более точно степень вертикальной устойчивости можно определить с помощью графика по скорости ветра на высоте 1 м и температурному градиенту по формуле:

$$\Delta t = t_{50} - t_{200},$$

где t_{50} – температура воздуха на высоте 50 см;

t_{200} – на высоте 200см от поверхности земли.

Решение задач по оценке химической обстановки в очаге, образованном СДЯВ

Для получения данных, необходимых для задач по оценке химической обстановки вначале определяют границы очага химического поражения, размеры и площади зоны заражения, возможные потери людей, время подхода заражённого воздуха к определённому рубежу, время поражающего действия СДЯВ и др., после чего приступают к расчётам.

Задача 6. Определить границы очага химического поражения (ОХП), размеров и площади зоны заражения.

Границы ОХП определяются силами разведки и наносятся на карту (схему, план). Для постановки задачи на разведку предварительно рассчитываются размеры и площадь зоны химического заражения. Размеры зоны характеризуются глубиной распространения ОЗВ и его шириной. Глубину распространения определяют по таблице 13. Поправочные коэффициенты для учёта влияния скорости ветра на глубину распространения облака заражённого воздуха приведены в таблице 14.

Ширина (*Ш*) зоны заражения зависит от степени вертикальной устойчивости (ВУ) воздуха и определяется по следующим соотношениям: $Ш = 0{,}03\ Г$ при инверсии, $Ш = 0{,}15\ Г$ при изотермии, $Ш = 0{,}8\ Г$ при конвекции, где *Г* – глубина распространения ОЗВ с поражающей концентрацией, измеряемая в км.

Площадь зоны химического поражения (S_3) представляется как площадь равнобедренного треугольника, которая равна половине произведения глубины распространения (*Г*) на ширину (*Ш*). Для оперативных расчётов в таблице 15 приведены значения площадей зон химического заражения СДЯВ. Решение означенной задачи рассмотрим на следующем примере.

Пример 9. На хладокомбинате произошло разрушение необвалованной ёмкости, содержащей 10 т аммиака. Объект расположен на окраине города, на открытой местности. Определить размеры и площадь зоны химического заражения. Метеоусловия: погода ясная, время – час до захода солнца, скорость ветра 3 м/с.

Р е ш е н и е. Используя данные о погоде, определяем, что при указанных метеоусловиях степень ВУ воздуха – инверсия. По таблице 13 находим, что для 10т аммиака глубина распространения 3В при ветре 1 м/с равна 45 км. По таблице 14 определяем поправочный коэффициент для скорости ветра 3 м/с. Он равен 0.45. Глубина распространения ОЗВ составит 4,50,45 = 2 км. Далее определяем ширину зоны химического заражения: *Ш* = 0,03, *Г*= 0,032 = 0,06 км. В завершение определяем площадь зоны поражения

$$S = \frac{1}{2}ГШ = \frac{1}{2}2 \cdot 0{,}06 = 0{,}06км^2.$$

Таблица 13

Глубина распространения облаков заражённого воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ, км (ёмкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в ёмкости (на объекте), т								
	При инверсии			При изотермии			При конвекции		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
На открытой местности									
Хлор, фосген	9	23	49	1,8	4,6	7	0,47	1	1,4
Цианистый водород	6	16	24	1,2	3,2	4,8	0,36	0,7	1,1
Аммиак	2	3,5	4,5	0,4	0,7	0,9	0,12	0,21	0,27
Сернистый ангидрид	2,5	4	4,5	0,5	0,8	0,9	0,15	0,24	0,27
Сероводород	3	5,5	7,5	0,6	1,1	1,5	0,18	0,33	0,45
На закрытой местности									
Хлор, фосген	2,6	6,6	14	0,5	1,3	2,0	0,15	0,4	0,52
Цианистый водород	1,7	4,6	6,8	0,3	0,9	1,4	0,1	0,3	0,4
Аммиак	0,6	1,0	1,3	0,1	0,2	0,3	0,03	0,06	0,08
Сернистый ангидрид	0,7	1,1	1,3	0,1	0,2	0,3	0,04	0,07	0,08
Сероводород	0,8	1,6	2,1	0,2	0,3	0,4	0,05	0,09	0,13

Примечания:
1. Поправочные коэффициенты для учёта влияния глубин распространения ОЗВ при других скоростях ветра приведены в таблице 14.
2. Для обвалованных и заглублённых ёмкостей со СДЯВ глубина распространения ОЗВ уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 14

Поправочные коэффициенты для учёта влияния скорости ветра на глубину распространения заражённого воздуха

Состояние приземного слоя воздуха	Скорость ветра v_1, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Изотермия	1	0,7	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

Таблица 15

Площади зон химического заражения СДЯВ в зависимости от глубины распространения ОЗВ при различных степенях вертикальной устойчивости воздуха

Глубина распространения ОЗВ, км	Площадь зоны $S_з$ при различных степенях вертикальной устойчивости воздуха, км^2			Глубина распространения ОЗВ, км	Площадь зоны $S_з$ при различных степенях вертикальной устойчивости воздуха, км^2		
	Инверсия	Изотермия	Конвекция		Инверсия	Изотермия	Конвекция
0,1	0,0002	0,0008	0,0400	1,0	0,0150	0,0750	0,4000
0,2	0,0006	0,0030	0,0160	2,0	0,0600	0,3000	1,6000
0,4	0,0024	0,0120	0,0600	4,0	0,2400	1,2000	6,4000
0,6	0,0054	0,0270	0,1400	6,0	0,5400	2,7000	14,0000
0,8	0,0096	0,0480	0,2600				

Задача 7. Определение возможных потерь людей в ОХП. Потери работников объекта и проживающего вблизи объекта населения будут зависеть от численности людей, оказавшихся на площади очага, степени защищённости их и своевременного пользования противогазами. Количество рабочих и служащих, оказавшихся в очаге поражения, подсчитывается по их наличию на территории объекта, по зданиям, цехам и т.д., количество населения – по жилым кварталам в городе (населённом пункте). Возможные потери людей от СДЯВ определяются по таблице 16.

Пример 10. Используя данные вышеприведённого примера, определим возможные потери работников хладокомбината. Нанеся зону заражения на план объекта, выяснили, что в очаг поражения попал цех с численностью рабочих 80 человек. Обеспеченность работников цеха противогазами 60 %. Определить возможные потери и их структуру.

Р е ш е н и е 1. По таблице 15 определяем возможные общие потери. Они составят:

$$\frac{80 \cdot 40}{100} = 32 человека .$$

В соответствии с примечанием к таблице структура потерь будет выглядеть следующим образом:

со смертельным исходом будут поражены

$$\frac{32 \cdot 35}{100} = 11 человек;$$

поражения средней и тяжёлой степени получат:

$$\frac{32 \cdot 40}{100} = 13 человек;$$

в лёгкой степени будут поражены:

$$\frac{32 \cdot 25}{100} = 8 человек.$$

Таким же образом рассчитываются возможные потери населения и личного состава формирований ГО.

Таблица 16

Возможные потери людей от СДЯВ в очаге поражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность людей противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь в очаге поражения составит в %: лёгкой степени – 25, средней и тяжёлой степени – 40, со смертельным исходом – 35.

Задача 8. Определение времени подхода заражённого воздуха к определённому рубежу (объекту) и время поражающего действия СДЯВ. Для оценки химической обстановки необходимо знать время, в течение которого ОЗВ достигнет определённого рубежа и создастся угроза поражения людей на нём. Время подхода (t) определяется делением расстояния (X) от места разлива СДЯВ до данного объекта на среднюю скорость (υ) переноса ОЗВ. Расстояние определяют по плану или карте, а среднюю скорость по таблице № 16.

Пример 11. В результате железнодорожной аварии на станции, расположенной в 5 км от совхоза, произошёл вылив хлора из цистерны. Метеоусловия места происшествия: изотермия, скорость ветра 4 м/с. Определить время подхода ОЗВ к совхозу и время интервала поражающего действия хлора.

Таблица 17

Средняя скорость переноса облака, заражённого СДЯВ, воздушным потоком

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	Удаление от места возникновения очага, км					
	До 10	Более 10	До 10	Более 10	До 10	Более 10
1	2,0	2,2	1,5	2,0	1,5	1,8
2	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,5
3	6,0	7,0	4,5	6,0	4,5	5,0
4	-	-	6,0	8,0	-	-
5	-	-	7,5	10,0	-	=
6	-	-	9,0	12,0	-	-

Примечания:

1. ОЗВ распространяется на значительные высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности земли. Вследствие этого средняя скорость распространения ЗВ будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м (υ).
2. Конвекция и инверсия при скорости ветра более 3 м/с наблюдается в редких случаях.

Р е ш е н и е. По таблице 17 для изотермии и скорости ветра 4 м/с находим среднюю скорость переноса ОЗВ. Она (υ) равна 6 м/с. По соотношению устанавливаем, что время подхода ОЗВ к совхозу составляет:

$$\frac{X}{\upsilon} = \frac{5000}{6 \cdot 60} = 14 мин.$$

Время поражающего действия СДЯВ зависит от времени его испарения из повреждённой ёмкости. Время испарения некоторых СДЯВ приведено в таблице 14. Поправка, учитывающая зависимость испарения от скорости ветра, приведена в таблице 15. По таблице 18 находим, что время поражающего действия хлора (время испарения) при скорости ветра 1 м/с равно 1,3 часа. Из таблицы 19 узнаём поправочный коэффициент для скорости ветра 4 м/с. Он равен 0,43. Таким образом устанавливаем, что время поражающего действия хлора составит 1,3·0,43 = 0,56 часа.

Последовательность решения задач по оценке обстановки будет зависеть в первую очередь от условий работы объекта, фактических уровней радиации или концентрации ОВ, а также от определения данных, необходимых для защиты людей и ликвидации последствий заражения. Результаты расчётов заносят в форму.

Таблица 18

Время испарения некоторых СДЯВ, ч (при скорости ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Характер разлива	
	Необвалованной ёмкости	Обвалованной ёмкости
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Цианистый водород	3,4	57
Аммиак	1,2	20

Таблица 19

Поправочный коэффициент (К), учитывающий время испарения СДЯВ при различных скоростях ветра

Скорость ветра, м/с	Поправочный коэффициент	Скорость ветра, м/с	Поправочный коэффициент
1	1,00	6	0,32
2	0,70	7	0,28
3	0,55	8	0,25
4	0,43	9	0,22
5	0,37	10	0,20

На основе выполненных расчётов по оценке радиационной и химической обстановки начальник службы противорадиационной и противохимической защиты (ППЗ) совместно с начальником штаба ГО объекта и заинтересованными начальниками других служб готовят предложения, которые докладываются начальнику ГО объекта.

Завершающим этапом оценки радиационной и химической обстановки являются выводы начальника ГО объекта, в которых он определяет: влияние радиоактивного или химического заражения на производственную деятельность объекта (если объект не разрушен); влияние радиационного и химического заражения на ведение СиДНР; наиболее целесообразный вариант действий невоенизированных формирований при преодолении зон заражения и при ведении спасательных работ в очаге поражения; мероприятия по защите рабочих, колхозников и личного состава формирований при их действиях на местности, заражённой РВ или ОВ.

Выводы из оценки обстановки находят своё отражение в принятии решения начальником ГО на ведение работ в очагах поражения и являются основой организации

защиты личного состава невоенизированных формирований ГО при их действиях в условиях радиоактивного и химического заражения.

5. Прогнозирование обстановки в районе пожаро- или взрывоопасного объекта. Пожарная безопасность

Пожары наносят громадный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения.

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, сооружения и материальных ценностей

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

5.1. Пожар как фактор техногенной катастрофы

Пожар – это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда.

Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника загорания. Окислителями могут быть кислород, хлор, фтор, бром, йод, окиси азота и другие. Кроме того, необходимо чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел определенную энергию.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде. При уменьшении содержания кислорода в воздухе горение прекращается. Горение при достаточной и надмерной концентрации окислителя называется полным, а при его нехватке – неполным.

Выделяют три основных вида самоускорения химической реакции при горении: тепловой, ценной и цепочно-тепловой. Тепловой механизм связан с экзотермичностью процесса окисления и возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры. Цепное ускорение реакции связано с катализом превращений, которое осуществляют промежуточные продукты превращений. Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по комбинированному (цепочно-тепловой) механизму.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания. Различают несколько видов самовозгорания:

- химическое – от воздействия на горючие вещества кислорода, воздуха, воды или взаимодействия веществ;

- микробиологическое – происходит при определенной влажности и температуры в растительных продуктах (самовозгорание зерна);

- тепловое – вследствие долговременного воздействия незначительных источников тепла (например, при температуре 100 °С тирса, ДВП и другие склонны к самовозгоранию).

Самовоспламенение – самовозгорание, сопровождается появлением пламени.

Взрыв – чрезвычайно быстрое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии с образованием сжатых газов.

Основными показателями пожарной опасности являются температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температура вспышки – самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

По этой характеристике горючие жидкости делятся на 2 класса:

1) жидкости с $t_{всп}$ < 61 °С (бензин, этиловый спирт, ацетон, нитроэмали и т.д.) – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ);
2) жидкости с $t_{всп}$ > 61 °С (масло, мазут, формалин и др.) – горючие жидкости (ГЖ).

Температура воспламенения **–** температура горения вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигание возникает устойчивое горение.

Температурные пределы воспламенения – температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

Горючими называются вещества, способные самостоятельно гореть после изъятия источника загорания.

По степени горючести вещества делятся на: горючие (сгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и негорючие (несгораемые).

К горючим относятся такие вещества, которые при воспламенении посторонним источником продолжают гореть и после его удаления.

К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия источника зажигания.

Негорючими являются вещества, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных источников зажигания (импульсов).

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образует газообразные продукты, которые при смешении с воздухом, содержащим определенное количество кислорода, образуют горючую среду. Горючая среда может образоваться при тонкодисперсном распылении твердых и жидких веществ.

Из горючих газов и пыли образуются горючие смеси при любой температуре, в то время как твердые вещества и жидкости могут образовать горючие смеси только при определенных температурах.

В производственных условиях может иметь место образование смесей горючих газов или паров в любых количественных соотношениях. Однако взрывоопасными эти смеси могут быть только тогда, когда концентрация горючего газа или пара находится между границами воспламеняемых концентраций.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называющееся ***нижним концентрационным пределом воспламенения.***

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется ***верхним концентрационным пределом воспламенения.***

Указанные пределы зависят от температуры газов и паров: при увеличении температуры на 100 °С величины нижних пределов воспламенения уменьшаются на 8-10 %, верхних – увеличиваются на 12-15 %.

Пожарная опасность вещества тем больше, чем ниже нижний и выше верхний пределы воспламенения и чем ниже температура самовоспламенения.

Пыли горючих и некоторых не горючих веществ (например, алюминий, цинк) могут в смеси с воздухом образовать горючие концентрации.

Наибольшую опасность по взрыву представляет взвешенная в воздухе пыль. Однако и осевшая на конструкциях пыль представляет опасность не только с точки зрения возникновения пожара, но и вторичного взрыва, вызываемого в результате взвихривания пыли при первичном взрыве.

Минимальная концентрация пыли в воздухе, при которой происходит ее загорание, называется ***нижним пределом воспламенения пыли.***

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин «верхний предел воспламенения» к пылям не применяется.

Воспламенение жидкости может произойти только в том случае, если над ее поверхностью имеется смесь паров с воздухом в определенном количественном соотношении, соответствующим нижнему температурному пределу воспламенения.

5.2. Оценка пожарной опасности промышленных предприятий

В соответствии со СНиП 2-2-80, все производства делят по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности на 6 категорий.

А – взрывопожароопасные: производства, в которых применяют горючие газы с нижним пределом воспламенения 10 % и ниже, жидкости с $t_{всп} > 28°$ С при условии, что газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения, а также вещества, которые способны взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом (окрасочные цехи, цехи с наличием горючих газов и тому подобное).

Б – взрывопожароопасные: производства, в которых применяют горючие газы с нижним пределом воспламенения выше 10 %; жидкости с $t_{всп}$ = 28...61 °С включительно; горючие пыли и волокна, нижний концентрационный предел воспламенения которых 65 /м и ниже, при условии, что газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения (аммиак, древесная пыль).

В – пожароопасные: производства, в которых применяются горючие жидкости с $t_{всп}$ > 61 °С и горючие пыли или волокна с нижним пределом воспламенения более 65 г/м^3, твердые сгораемые материалы, способные гореть, но не взрываться в контакте с воздухом, водой или друг с другом.

Г – производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, а также твердые вещества, жидкости или газы, которые сжигаются в качестве топлива.

Д – производства, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии (цехи холодной обработки материалов и так далее).

Е – взрывоопасные: производства, в которых применяют взрывоопасные вещества (горючие газы без жидкостной фазы и взрывоопасные пыли) в таком количестве при котором могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения, и в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения); вещества, способные взрываться (без последующего горения) при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

Правила устройства электроустановок ПУЭ регламентируют устройство электрооборудования в промышленных помещениях и для наружных технологических установок на основе классификации взрывоопасных зон и смесей.

Зона класса В-I. Помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом при нормальных условиях работы (слив ЛВЖ в открытые сосуды).

Зона класса В-Iа. Взрывоопасные смеси не образуются при нормальных условиях эксплуатации оборудования, но могут образоваться при авариях и неисправностях.

Зона класса В-Iб:

а) помещения, в которых находятся горючие газы и пары с высоким нижним пределом воспламенения (15 % и более) с резким запахом (аммиак);

б) помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения.

Зона класса В-Iб. Наружные установки, в которых находятся взрывоопасные газы, пары и ЛВЖ.

Зона класса В-II. Обработка горючих пылей и волокон, которые могут образовать взрывоопасные смеси при нормальном режиме работы.

Зона класса В-IIа. В-II при авариях или неисправностях. Помещения и установки, в которых содержатся ГЖ и горючие пыли с нижним концентрационным пределом выше 65 г/м^3, относят к пожароопасным и классифицируют.

Зона класса П-I. Помещения, в которых содержатся ГЖ.

Зона класса П-II. Помещения, в которых содержатся горючие пыли с нижним концентрационным пределом выше 65 г/м^3.

Зона класса П-IIа. Помещения, в которых содержатся твердые горючие вещества, не способные переходить во взвешенном состояние.

Установки класса П-III. Наружные установки, в которых содержатся ГЖ ($t_{восп}$ > 61 °С) и твердые горючие вещества.

5.3. Огнетушащие вещества и аппараты пожаротушения

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

1) изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами (углеводы CO_2 < 12-14 %).

2) охлаждение очага горения ниже определенных температур;

3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;

4) механический срыв пламени струёй газа или воды;

5) создание условий огнепреграждения (условий, когда пламя распространяется через узкие каналы).

Вещества, которые создают условия при которых прекращается горение называются огнегасящими. Они должны быть дешевыми и безопасными в эксплуатации не приносить вреда материалам и объектам.

Вода является хорошим огнегасящим средством, обладающим следующими достоинствами: охлаждающее действие, разбавление горючей смеси паром (при испарении воды ее объем увеличивается в 1700 раз), механическое воздействие на пламя, доступность и низкая стоимость, химическая нейтральность.

Недостатки: нефтепродукты всплывают и продолжают гореть на поверхности воды; вода обладает высокой электропроводностью, поэтому ее нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках под напряжением.

Тушение пожаров водой производят установками водяного пожаротушения, пожарными автомашинами и водяными стволами. Для подачи воды в эти установки используют водопроводы.

К установкам водяного пожаротушения относят спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерная установка представляет собой разветвленную систему труб, заполненную водой и оборудованную спринклерными головками. Выходные отверстия спринклерных головок закрываются легкоплавкими замками, которые распаиваются при воздействии определенных температур (345, 366, 414 и 455 К). Вода из системы под давлением выходит из отверстия головки и орошает конструкции помещения и оборудование.

Дренчерные установки представляют собой систему трубопроводов, на которых расположены специальные головки-дренчеры с открытыми выходными отверстиями диаметром 8, 10 и 12,7 мм лопастного или розеточного типа, рассчитанные на орошение до 12 $м^2$ площади пола.

Дренчерные установки могут быть ручного и автоматического действия. После приведения в действие вода заполняет систему и выливается через отверстия в дренчерных головках.

Пар применяют в условиях ограниченного воздухообмена, а также в закрытых помещениях с наиболее опасными технологическими процессами. Гашение пожара паром осуществляется за счет изоляции поверхности горения от окружающей среды. При гашении необходимо создать концентрацию пара приблизительно 35 %.

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой. Огнегасящий эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности горючего вещества от окружающего воздуха. Огнетушащие свойства пены определяются ее кратностью – отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью дисперсностью, вязкостью. В зависимости от способа получения пены делят на химические и воздушно-механические.

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном реакторе минеральных солей. Применение химических солей сложно и дорого, поэтому их применение сокращается.

Воздушно-механическую пену низкой (до 20), средней (до 200) и высокой (свыше 200) кратности получают с помощью специальной аппаратуры и пенообразователей ПО-1, ПО-1Д, ПО-6К и т.д.

Инертные газообразные разбавители: двуокись углерода, азот, дымовые и отработавшие газы, пар, аргон и другие.

Ингибиторы – на основе предельных углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомами галоидов (фтор, хлор, бром). Галоидоуглеводороды плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами:

- тетрафтордибромэтан (хладон 114В2),
- бромистый метилен,
- трифторбромметан (хладон 13В1),
- 3, 5, 7, 4НД, СЖБ, БФ (на основе бромистого этила).

Порошковые составы несмотря на их высокую стоимость, сложность в эксплуатации и хранении, широко применяют для прекращения горения твердых, жидких и газообразных горючих материалов. Они являются единственным средством гашения пожаров щелочных металлов и металлоорганических соединений. Для гашения пожаров используется также песок, грунт, флюсы. Порошковые составы не обладают электропроводимостью, не коррозируют металлы и практически не токсичны.

Широко используются составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

Аппараты пожаротушения: передвижные (пожарные автомобили), стационарные установки, огнетушители.

Автомобили предназначены для изготовления огнегасящих веществ, используются для ликвидации пожаров на значительном расстоянии от их дислокации и подразделяются на:

- автоцистерны (вода, воздушно-механическая пена) АЦ-40 2,1 – 5 $м^3$ воды;
- специальные – АП-3, порошок ПС и ПСБ-3 – 3,2 т.
- аэродромные (вода, хладон).

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения без участия человека. Подразделяются на водяные, пенные, газовые, порошковые, паровые. Могут быть автоматическими и ручными с дистанционным управлением.

Огнетушители – устройства для гашения пожаров огнегасящим веществом, которое он выпускает после приведения его в действие, используется для ликвидации небольших пожаров. Как огнетушащие вещества в них используют химическую или воздухомеханическую пену, диоксид углерода (жидком состоянии), аэрозоли и порошки в состав которых входит бром. Подразделяюся:

по подвижности:
- ручные до 10 литров;
- передвижные;
- стационарные;

по огнетушащему составу:
- жидкостные (заряд состоит из воды или воды с добавками);
- углекислотные (CO_2);
- химпенные (водные растворы кислот и щелочей);
- воздушно-пенные;
- хладоновые (хладоны 114В2 и 13В1);
- порошковые (ПС, ПСБ-3, ПФ, П-1А, СИ-2);
- комбинированные.

Огнетушители маркируются буквами (вид огнетушителя по разряду) и цифровой (объем).

Ручной пожарный инструмент – это инструмент для раскрывания и разбирания конструкций и проведения аварийно-спасательных работ при гашении пожара. К ним относятся: крюки, ломы, топоры, ведра, лопаты, ножницы для резания металла. Инструмент размещается на видном и доступном месте на стендах и щитах.

5.4. Пожарная сигнализация

К системам сигнализации предъявляются следующие технические требования: они должны иметь минимальную инерционность сработки, обеспечивать заданную достоверность информации, отсутствие ошибочной сработки; быть надежными в работе при всех условиях эксплуатации, обеспечивать автономное включение сигнала тревоги.

Основными элементами пожарной сигнализации являются:
- датчики пожарной сигнализации, которые размещаются в наиболее пожаро- и взрывоопасных местах;
- электронно-усилительный блок, который обеспечивает дистанционный контроль за состоянием датчиков;
- исполнительный блок, с помощью которого включается первый рубеж противопожарной системы и блок сигнализации.

Датчики – наиболее важный элемент системы сигнализации, который в основном определяет возможности и характеристики системы в целом. В зависимости от физической сути, заложенной в основу работы датчика, системы подразделяются на: тепловые, ионизационные, радиационные и т.п. Тепловые системы реагируют на повышение температуры либо стенок конструкции, либо окружающей среды, ионизационные и радиационные срабатывают при наличии огня, принцип их работы основан на том, что под

влиянием высокой температуры ионизируются продукты горения, а также приблизительно 20 % всей энергии – излучение.

5.5. Способы тушения пожаров

Все виды пожаров, независимо от места нахождения и размеров, возникают и развиваются по единой общей закономерности, которая содержит три следующие фазы.

Первая фаза характеризуется процессом распространения пламени до максимального охвата площади поверхности объема горючих материалов. Для ее начала свойственны сравнительно небольшие температуры и скорости распространения фронта пламени. Завершается эта фаза нарастанием опасности увеличения пожара, так как пламя в это время достигает максимальных размеров, что создает возможность его распространения на близлежащие объекты и слияния отдельных пожаров в единый столб пламени.

Вторая фаза характеризуется процессами устойчивого максимального горения вплоть до времени сгорания основной массы веществ и разрушения конструкций сооружения.

Третья фаза пожара – это процессы выгорания материалов и обрушение конструкций. Скорость горения в этот период невелика, что обусловливает значительное снижение тепловой радиации.

Выбор способов и приемов тушения очагов возгораний зависит от конкретных условий и обстановки в зоне пожаров, наличия специальных подразделений (формирований) и технических средств, которые можно использовать для тушения огня.

Открытые обширные пожары обычно тушатся способом охлаждения или изоляции, поэтапной локализации очагов горения. Возгорание нефтепродуктов в резервуарах ликвидируется способом изоляции каждой емкости.

Планируя тактику тушения пожара, необходимо помнить, что при возгорании в зданиях и сооружениях происходит быстрое повышение температуры, помещения значительно задымляются, огонь распространяется скрытыми путями, что вызывает невидимую утрату конструкциями несущих способностей. Как правило, сильное пламя из оконных и дверных проемов является свидетельством больших скоростей горения или сгорания большого количества материалов. Значительное количество густого дыма является признаком горения при недостатке кислорода. На начальную стадию разрушения отдельных конструкций указывают: отслаивание защитного слоя бетона, деформация арматуры железобетонных колонн, образование трещин в пролетах и опорах железобетонных балок, прогибы и характерный треск деревянных балок.

Возможные способы тушения пожаров в населенных пунктах

Первичные очаги возгорания целесообразно тушить с использованием гидрантов, огнетушителей, засыпать песком или землей, а также применять другие подручные средства. Отдельные очаги горения, не представляющие опасности для распространения огня, максимально локализуют и оставляют до полного выгорания горючих материалов. Под термином «отдельных очагов горения» подразумевают районы, на территориях которых возникают возгорания на отдельных участках, в отдельных зонах и производственных сооружениях. Такие пожары рассредоточены по всему району, что позволяет осуществлять быструю организацию их тушения с привлечением всех имеющихся сил и средств.

При тушении крупных и массовых пожаров территория поражения огнем разбивается на отдельные участки. Границы участков принимаются на основании определения места для удобства руководства работой специальных подразделений (формирований), так как зона массовых и сплошных пожаров – это территория, где возникает такое множество возгораний и пожаров, что проход и нахождение в ней соответствующих подразделений без проведения мероприятий по локализации или тушению невозможны, а ведение спасательных работ затруднено. Такие зоны возникают в условиях компактных лесных массивов, скопления большого количества горючих материалов, а также в условиях сплошной застройки. В последнем случае специальные подразделения (формирования) могут устанавливаться между этажами и по периметру зданий, отдельным ареалам распространения огня.

Лесные пожары представляют собой неуправляемое горение растительности, распространяющееся по территории леса. В зависимости от того, на каких высотах распространяется огонь, лесные пожары подразделяются на низовые, подземные и верховые. Но в любом случае, ликвидация лесных пожаров заключается в остановке движения фронта огня, его локализации на отдельные очаги, ликвидации последних и организации охраны района с целью предотвращения новых возгораний. При тушении лесных пожаров применяют следующие приемы:

- окружение пожара;
- создание заградительных полос и каналов;
- отжиг (создание фронта встречного огня).

Торфяные пожары являются результатом возгорания слоев торфа на различной глубине. Они охватывают большие площади. Торф горит медленно, на глубину залегания. Выгоревшие места опасны, так как в них проваливаются участки дорог, техника, люди, дома. Из этого следует, что тушение торфяных подземных пожаров чрезвычайно сложно. Это обусловлено тем, что торф горит во всех направлениях залегания слоев. Поэтому основной способ тушения такого пожара – окапывание горящей территории со всех сторон оградительными канавами шириной 0,7 м и глубиной до границы вскрытия подстилающего торф слоя отложений.

Степные и полевые пожары тушатся посредством обильного увлажнения водой пространств задолго до подхода фронта огня, так как степные пожары возникают на открытой местности с сухой растительностью и при сильном ветре скорость распространения огня – 25 км/ч. Их ликвидируют способом расчленения сплошной линии движения огня с последующей локализацией и ликвидацией ареалов горения. Важное значение для победы над огнем имеют заградительные полосы шириной 20 м. Края полос обрабатываются плугами или бульдозерами, после чего снимается верхний слой грунта. Срединная часть полос сжигается.

Одними из самых страшных и наносящих огромный как материальный, так и экологический вред, являются *пожары газовых, нефтяных, газонефтяных и нефтепродуктов*. В процессе эксплуатации на поверхность земли могут вырываться напорные струи (фонтаны), которые нередко становятся пожарами. Горение нефти и нефтепродуктов может происходить в резервуарах, производственной аппаратуре и при их разливе на открытых площадях. При пожаре нефтепродуктов в резервуарах могут происходить взрывы, вскипание горючего вещества и их выброс. Поэтому тушение этих пожаров условно подразделяется на два этапа: период подготовки и период проведения атаки.

Во время этапа подготовки осуществляется расчистка устья скважины в радиусе 50 м, создаются необходимые запасы воды или других огнетушащих средств, проводится расстановка сил и размещение технических средств тушения, готовятся пути подхода к горящему фонтану. Запасы воды создают посредством заполнения отрываемых котлованов.

Тушение заключается в установке на устье горящей скважины специальных устройств для расчленения единого направления основного фонтана на несколько менее мощных с целью перекрытия поступления нефти и газа. Все работы ведутся специализированными подразделениями пожаротушения, имеющими специальную технику.

В настоящее время в МЧС России разработаны эффективные методы тушения пожаров с помощью импульсных устройств и установок. Последние особенно эффективны при тушении с дистанции от 50 до 110 м горящих газовых и газонефтяных фонтанов с дебитом до 3-5 млн. $м^3$/сутки.

Меры предупреждения пожаров

Предупредить пожар может соблюдение противопожарного режима, представляющего собой поведение людей, порядок организации производства и (или) содержания помещений (территорий), обеспечивающие предупреждение нарушений требований пожарной безопасности и тушения пожаров.

В жилых помещениях следует избегать хранения значительных количеств легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также склонных к самовозгоранию или способных к взрыву веществ. Нельзя хранить на лестничных площадках мебель, горючие материалы, загромождать чердаки и подвалы.

Не рекомендуется устанавливать электронагревательные приборы вблизи горючих материалов. Необходимо следить за исправностью выключателей, вилок и розеток электроснабжения и электрических приборов.

Запрещается перегружать электросеть, оставлять без присмотра включенными электронагревательные приборы и телевизоры. При ремонте электронагревательных и электронных приборов их следует отключать от сети. Эксплуатация наиболее пожаро- и взрывоопасных бытовых приборов (телевизоры, газовые плиты, водонагревательные бачки и др.) должна осуществляется в строгом соответствии с требованиями инструкций и руководств.

При эксплуатации телевизоров необходимо соблюдать следующие правила:

- не устанавливать телевизор в непосредственной близости от легковоспламеняющихся предметов;
- не устанавливать телевизор вблизи приборов отопления или в мебельных стенках, где он плохо охлаждается;
- не закрывать вентиляционные отверстия задней стенки и в нижней части корпуса телевизора;
- располагать розетку подключения вилки питания в доступном месте для быстрого отключения телевизора от сети;
- не оставлять включенный телевизор без присмотра;
- вынимать вилку шнура питания из розетки, если телевизор остается неработающим длительное время (более суток) или неисправен (отсутствие изображения, гудение, ощущается запах гари и др.).

Необходимо соблюдать правила эксплуатации газовой плиты. В случае утечки газа нужно проветрить помещение. При этом нельзя курить, зажигать спички, пользоваться выключателями электроприборов.

5.6. Оценка пожарной обстановки

Под **пожарной обстановкой** понимается совокупность последствий стихийных бедствий, аварий (катастроф), первичных и вторичных поражающих факторов ядерного оружия, других современных средств поражения и прежде всего зажигательных средств, в результате которых возникают пожары, оказывающие влияние на устойчивость работы объектов народного хозяйства и жизнедеятельность населения.

Оценка пожарной обстановки включает:

- определение масштаба и характера (вида) пожара (отдельные очаги, сплошные пожары, пожары в завалах, низовые, верховые, подземные, степные (полевые) пожары; скорость и направление пожара, площади зон задымления и время сохранения дыма и др.);
- анализ их влияния на устойчивость работы отдельных элементов и объекта в целом, а также на жизнедеятельность населения;
- выводы об устойчивости отдельных элементов и объекта в целом к возгоранию и рекомендации по её повышению, предложения по выбору наиболее целесообразных действий пожарных подразделений и формирований ГО по локализации и тушению пожара, эвакуации, при необходимости, рабочих, служащих, населения и материальных ценностей из зоны (очага) пожара и др.

Оценка пожарной обстановки производится на основе сочетания данных прогноза и пожарной разведки.

Исходными данными для прогнозирования пожарной обстановки являются: сведения о наиболее вероятных стихийных бедствиях, авариях (катастрофах), данные о пожаро- и взрывоопасности объекта и его элементов, окружающей среде, особенностях

лесов и населённых пунктов, метеорологических условиях, рельефе местности, наличии различных преград, водоисточников и др., а также о противнике, его намерениях и возможностях по применению ядерного оружия и зажигательных средств.

Очаги поражения на предприятиях со взрыво- и пожароопасной технологией образуются вследствие утечки газообразных или сжиженных углеводородных продуктов, при перемешивании которых с воздухом образуются взрыво- и пожароопасные смеси таких газов, как пропилен, метан, пропан, бутан, этилен, бутилен и др., приводящие к разрушению и повреждению зданий, сооружений, технологических установок, ёмкостей и трубопроводов. Взрыв или возгорание наступает при определённом содержании газа в воздухе.

При взрыве газовоздушной смеси образуется ударная волна, подобная ударной волне ядерного взрыва.

Ориентировочное определение избыточного давления ударной волны при взрыве газовоздушной смеси на расстоянии R, м, покажем на примере.

Решение типовых задач по оценке обстановки при взрыве.

Задача. Расстояние от ёмкости цеха R равно 600 м. Определить избыточное давление ударной волны в районе механического цеха при взрыве ёмкости с пропаном (Q = 100 т).

Р е ш е н и е. Первоначально определяем коэффициент K:

$$K = 0{,}24\ \frac{R}{17{,}5\sqrt[3]{Q}} = 0{,}24 \cdot \frac{600}{17{,}5\sqrt[3]{100}} = 1{,}8 \lhd 2,$$

где Q – количество взрывоопасной смеси, хранящейся в ёмкости или агрегате,
после этого определяем избыточное давление ударной волны по формуле:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29{,}8 \cdot K^3} - 1)} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29{,}8 \cdot 1{,}8^3} - 1)} = 20 кПа.$$

Вывод. Механический цех может получить разрушение умеренного масштаба.

Примечание. При $K > 2$:

$$\Delta P_{\Phi} = \frac{22}{K\sqrt{\lg K + 0{,}158}}.$$

6. Методика оценки устойчивости объектов народного хозяйства, техногенный риск и основные мероприятия по повышению их устойчивости

Крупнейшие стихийные бедствия и промышленные катастрофы последней четверти века причинили вред здоровью более миллиарду человек. Из них на производстве погибли пять миллионов и травмировано почти двести миллионов. Последствия отдельных техногенных аварий порой соизмеримы с последствиями сильных землетрясений. Свидетельство тому – трагедия на предприятии концерна «Юнион харбайд» (г. Бхопал, Индия, 1984 г.), которая привела к отравлению двухсот тысяч человек, что в два раза превышает число пострадавших от атомной бомбардировки г. Нагасаки (9 августа 1945 г.).

В промышленно развитых государствах ущерб от аварий и травматизма на производстве и транспорте достигает 10 % от их валового национального продукта, а экологическое загрязнение и несоблюдение правил техники безопасности является причиной преждевременной смерти 30 % мужчин и 20 % женщин.

Казалось бы, реально существуют все факторы, объективно необходимые для предупреждения подобных происшествий: люди наделены чувством опасности, рецепторами и естественными защитными механизмами; общество заботится о снижении ущерба от опасных и вредных производственных факторов (путём внедрения соответствующих мер и средств защиты).

И всё же основным в обеспечении и совершенствовании безопасности по-прежнему является метод проб и ошибок. Пассивность и сосредоточение внимания на эмпирических данных поставило соответствующих специалистов в положение «пожарной команды», лихорадочно реагирующей на кризисные ситуации. Выходом из создавшегося положения может стать лишь последовательная, целенаправленная контрольно-профилактическая работа по предупреждению ущерба, основанная на знании природы объективно существующих опасностей, закономерностей их появления и снижения обусловленного ими ущерба.

Причинную цепь техногенных происшествий можно представить в следующей последовательности:

1) ошибка человека, отказ используемого им оборудования;
2) появление потока энергии или вещества в неожиданном месте и не вовремя;
3) отсутствие (неисправность) предусмотренных на эти случаи средств защиты или неточные действия людей в такой ситуации;
4) воздействие движущихся потоков на незащищённые элементы техники, людей;
5) ухудшение свойств или целостности соответствующих материальных, людских и природных ресурсов.

Основными факторами аварийности на народнохозяйственных объектах следует считать слабые практические навыки персонала, его низкую технологическую дисциплину и неумение правильно оценивать информацию, низкое качество обустройства рабочих мест, а дополнительными – несовершенство отбора и подготовки работников, некачественную организацию их труда, дискомфортность рабочей среды, ненадёжность и неэргономичность оборудования. Последние усложняют условия работ, требуют дополнительных мер безопасности, способствуя тем самым росту напряжённости труда и связанных с этим, ошибок персонала.

Более общим фактором техногенных происшествий является объективно существующее противоречие между растущими потребностями человечества и скудеющими возможностями природы по их удовлетворению. Нельзя не отметить и недоработки науки в разрешении данного противоречия – отсутствие общей теории безопасности и незавершённость создания таких её сфер, как теория национальной и производственно-экологической безопасности.

По нашему мнению, логично представлять народнохозяйственные объекты в виде системы «персонал – оборудование – среда». Такой выбор аргументирован следующими доводами:

а) она включает в себя и источник опасности, и потенциальную жертву;

б) её функционирование есть эксплуатация персоналом оборудования объекта;

в) в ней содержатся носители всех типов ошибок человека, отказов машины и неблагоприятных воздействий на них рабочей среды.

Из этого следует, что:

- техногенный риск – это мера опасности, характеризующая как возможность возникновения происшествий на объектах, так и размеры ущерба;

- происшествие – это событие, состоящее в реализации техногенного риска и повлёкшее за собой ущерб для объекта или окружающей его среды;

- безопасность объекта – его свойство сохранять при функционировании такое состояние, при котором с высокой вероятностью исключаются происшествия, а ущерб от непрерывных энергетических и материальных выбросов не превышает допустимого;

- устойчивость объекта – его способность выполнять требуемые функции путём создания условий, необходимых для нормальной жизнедеятельности персонала и предотвращения возможных ЧС.

Следовательно, устойчивость и безопасность функционирования объектов могут также интерпретироваться как ситуации с системами «персонал – оборудование – среда», определяемые множеством их свойств и взаимосвязей.

Сегодня вопросы устойчивости работы предприятий стали особенно актуальными. Жизнь подвела нас к такой черте, когда о надёжности и безопасности функционирования заговорили на большинстве объектов.

А ведь в своё время, когда руководствовались инженерно-техническими мероприятиями (ИТМ) ГО, всегда создавались резервные автономные источники питания, делались вторые вводы электро-, водо-, тепло-, газоснабжения. В 90-х годах всё это забросили, стали экономить средства, исключать из штатов инженеров по технике безопасности и начальников штабов ГО.

И что из этого получилось? Приведём только лишь два примера.

1. Несколько лет тому назад во время землетрясения на Камчатке город Петропавловск-Камчатский оказался обесточенным. Перестали работать телефонные и радиоузлы, замолчал телецентр. Населению города передать какую-либо информацию стало невозможно. А всего-то надо было иметь на этих объектах свои дизель-генераторы.

Август 2000 года. Энергетический кризис. Идут веерные, последовательные, краткосрочные, а иногда и многочасовые отключения. Остаются без электроэнергии родильные дома, больницы, ракетные части и другие объекты.

2. И совсем по-другому поступили в Краснодарском крае. Там поняли, что без автономных источников электропитания не прожить. Птицефабрики, больницы и другие объекты стали оборудовать своими электростанциями. Жизнь заставила не только думать и говорить об устойчивости работы, а реально решать эти проблемы, вкладывать деньги и материальные ресурсы в систему мер, обеспечивающих надёжное функционирование.

Основные принципы безопасности и устойчивости

Можно говорить о двух стратегиях обеспечения безопасности и устойчивости функционирования объектов:

1) отказ или максимально возможное сокращение энергоёмкости и токсичности применяемых на них технологических процессов;

2) недопущение случайных вредных выбросов энергии и вещества и уменьшение непрерывных.

Применение первой стратегии приводит к устранению или максимально возможному уменьшению техногенного риска. Вторая сохраняет его, но при этом не позволяет очень сильно загрязнять природную среду вредными выбросами. Реализация этой стратегии предполагает одновременное следование трём принципам:

а) исключение ошибочных действий персонала;

б) недопущение отказов используемого им оборудования;

в) предупреждение неблагоприятных внешних воздействий на людей и технику.

Следующие принципы должны исходить из практической невозможности или экономической нецелесообразности:

а) создание совершенно безотказного и эргономичного оборудования;

б) полное исключение несанкционированных и ошибочных действий персонала;

в) обеспечение их абсолютной изоляции от вредного воздействия среды. Следовательно, необходимо не только стремиться исключать отдельные предпосылки, но и принимать меры на случай их появления. Для этого целесообразно выбирать такую технологию работ, при которой учитывалась бы вероятность появления указанных предпосылок и предусматривались меры по снижению ущерба от возможных происшествий.

В целом же системное обеспечение безопасности и устойчивости функционирования объектов предполагает, как снижение техногенного риска вредных материальных и энергетических выбросов, так и рачительное использование природных ресурсов. Вот почему экономия энергоносителей, переход к малоотходным технологиям и замкнутым циклам, бережное воспроизводство окружающей нас флоры и фауны ослабят нагрузку на биосферу и снимут остроту антропогенно-природных катаклизмов.

В качестве основного метода обеспечения безопасности и устойчивости проектируемых объектов и совершенствования существующих, рекомендуется программно-целевое планирование и управление. Под управлением понимается совокупность взаимосвязанных мероприятий, осуществляемых в целях установления, обеспечения, контроля и поддержания оптимальных показателей безопасности и устойчивости.

Естественно, что эти четыре главные задачи должны решаться на всех этапах работы, начиная от проектирования и кончая утилизацией выработавшего ресурс технологического оборудования. При этом эффективное управление безопасностью и устойчивостью достигается:

а) стратегическим планированием (обоснованием требований к их уровню и разработкой соответствующих целевых программ);

б) своевременным контролем за их выполнением и поддержанием заданных показателей в допустимых пределах.

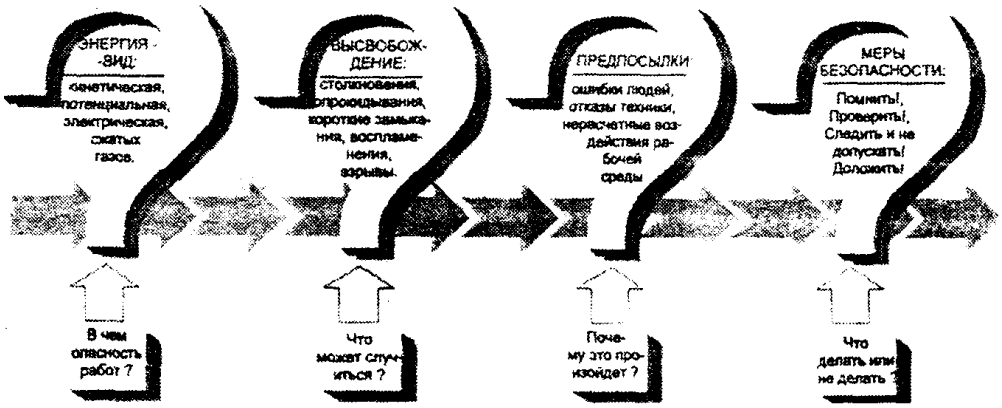

Рис. 3. Система обеспечения безопасности и устойчивости

Система обеспечения безопасности и устойчивости – это совокупность взаимосвязанных нормативных актов, организационно-технических и иных мероприятий, а также соответствующих им сил и средств, предназначенных для снижения ущерба от техногенно-производственных и природно-экологических опасностей.

Из данного определения следует, что структура рассматриваемой системы включает по меньшей мере три компонента:

- нормативные документы, регламентирующие требования по обеспечению приемлемого уровня безопасности и устойчивости;
- мероприятия, выполняемые при подготовке, проведении и окончании технологических процессов с целью исключения происшествий, снижения ущерба от них и непрерывных вредных выбросов;
- ресурсы, необходимые для практического осуществления мероприятий по безопасности и устойчивости функционирования объектов.

Всё это направлено на то, чтобы в максимальной степени снизить опасность объективно существующих техногенно-производственных и природно-экологических реалий либо довести величины ущерба до самого низкого уровня.

Таким образом, главными задачами системы являются:

- предупреждение гибели и несчастных случаев с людьми;
- исключение аварий на территории объектов;
- минимизация вредных выбросов в окружающую среду;
- заблаговременная подготовка к аварийно-спасательным работам;
- эффективное использование всех сил и средств для обеспечения безопасности и устойчивости.

Как показывает практика, основной фактор, от которого зависит безопасность работы объектов антропогенный. Взрывы, пожары и другие чрезвычайные ситуации – это зачастую результат небрежности, несоблюдения мер безопасности человеком. Непонятно почему, но на многих предприятиях стали пренебрегать инструктажем перед началом тех или иных работ.

Логика обучения и инструктаж персонала показаны на приведённом рисунке.

Всего-то нужно рассмотреть четыре вопроса:

1. В чём опасность?
2. Что может случиться?
3. Почему это произойдёт?
4. Что делать или не делать?

И действительно, в чём опасность? Опасность – в сосредоточии какого-то вида энергии (кинетической, потенциальной, электрической, сжатых газов).

В результате чего может произойти высвобождение этой энергии? Причин много: столкновение, опрокидывание, короткое замыкание, воспламенение, взрывы. И опять данный вопрос следует рассматривать применительно к своему объекту, цеху, подразделению.

А почему такое может случиться? Вот тут-то и подходим к главному – ошибкам, невнимательности, пренебрежительному отношению работников. Реже – отказам техники, нерасчётным воздействиям рабочей среды (превышение давления, мощности, оборотов, напряжения).

Главное же – что делать (или не делать) в чрезвычайной ситуации?

1. Каждый должен помнить о тех действительно необходимых мерах безопасности, которые свойственны конкретному месту работы, записаны в функциональных обязанностях персонала.

2. При нарушении (сбое) технологического процесса следует проверить заданные параметры, установить причины и доложить начальнику (бригадиру, дежурному).

3. Лучше, конечно, такой инструктаж проводить с использованием примеров из деятельности своего или аналогичных объектов.

Список литературы

1. *Д.С. Фаньян.* Гражданская оборона МССР. Кишинев «Штиинца»
2. *Е.П. Михно.* «Восстановление разрушенных сооружений». Военное издательство г. Москва 1974 г.
3. *М.Т. Максимова.* «Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки ГО». Военное издательство г. Москва 1980 г.
4. *А.С. Зубкин, Медведев В.А.* «Что такое радиоактивное заражение и способы защиты от него» Москва Госатомиздат, 1963 г.
5. *Тимофеев Б.Н. Несытов Ю.К.* «Прогнозирование радиоактивного заражения». Москва. Воениздат, 1969 г.
6. *Цивилев М., Никоноров А.* «Что надо знать о ведении спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очаге ядерного поражения» г. Москва издательство ДОСААФ, 1968 г.
7. *Пряхин В.Н.,Попов В.Я.* «Защита помещения и территорий в чрезвычайных ситуациях.»
8. *Синицын В.П.* «Аварийно-восстановительные работы» г. Москва 1971 г.
9. *Ландау-Тылкина С.П.* «Радиация и жизнь» г. Москва,1974.
10. *Зимин А.Д.* «Радиационные загрязнения. Источники. Опасность. Дезактивация. г. Москва, 2000 г. Б.Ж. «Военные знания».
11. Научно-практический и учебно-методический журнал. «Безопасность жизнедеятельности №1-12 за 2001г. и №1-8 за 2002 г. г. Москва, издательство «Новые технологии».
12. Информационно-методическое издание для преподавателей «Основы безопасности жизнедеятельности» №1-9 за 2002г. г. Москва, ул. Ватутина дом №1.
13. *Демиденко Г.П., Кузьменко Е.П., Орлов П.П., Пролыгин В.А. Сидоренко Н.А.* «Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения». Справочник г. Киев «Вища школа». 1987 г.
14. Научно-популярный массовый журнал «Военные знания» №1-12 за 2000г.,1-12 за 2001, 1-10 за 2002 г.г. Москва «Военные знания».
15. Центральное издание МЧС России Журнал «Гражданская защита». №1-12 за 2000-2002 г.г. Москва ул.Ватугина,1.
16. Информационный и научно-методический журнал «ОБЖ. Основы безопасности жизни». №1-10 за 2002 г. г. Москва, ул. Знаменка, 19.
17. Справочник офицера г. Москва, 1971 г. Военное издательство М.О.
18. Учебное пособие под редакцией *Муровья Л.А.* «Экология и безопасность жизнедеятельности». г. Москва, ЮНИТИ^0-ДАНА, 2002 г.
19. *Питер Дарман* «Учебник Выживания в экстремальных ситуациях» г. Москва, «Яуза» 2001 г.
20. *Сивинцев Ю.В.* «Насколько опасно облучения». г. Москва. 1991 г.
21. *Абрамов В.И., Абрамов А.И.* «А нужна ли нам ядерная энергетика». г. Москва, 1992 г.
22. Наставление по Военно-инженерному делу» г. Москва Военное издательство, 1984 г.
23. *Шубин Е.П.* «Гражданская оборона». г. Москва «Просвещение»,1991 г.
24. *Алтунин А.Т.* «Гражданская оборона». г. Москва: Военное издательство.1980 г.
25. *Шилов И.А.* «Экология», «Высшая школа» 2000г. Москва
26. *Хвон Т.А., Хван П.А.* «Безопасность жизнедеятельности». г.Ростов- на-Дону «Феникс» 2001г.
27. Действие ядерного оружия. Бурлаков В.Д., Туликов Н.И. г. Москва: Военное издательство 1960 г.
28. *Питер Дорман* «Учебник выживания в экстремальных ситуациях».(опыт специальных подразделений мира). г. Москва «Яуза» 2001 г.
29. *Виталий Волович* «Академия выживания». г. Москва «Толк», «Технокомос»,1996 г.
30. *Андрей Ильичев* «Большая энциклопедия выживания» (как сохранить жизнь в экстремальных ситуациях) г. Москва. 2001 г. «Эксмо-Пресс».

31. *Арустамов Э.А.* «Безопасность жизнедеятельности». г. Москва 2001 г.
32. *Белов С.В.* «Безопасность жизнедеятельности». г. Москва «Высшая школа», 2001 г.
33. *Муравьев Л.А.* «Экологическая безопасность жизнедеятельности». г. Москва «Юнити». 2000 г.
34. *Черников В.А., Чекерес А.И.* «Агроэкология». г. Москва «Колос», 2000 г.
35. Защита от оружия массового поражения «Методическое пособие». г. Кишинев «Картя молдовеняскэ».,1976 г.
36. *Руснак О., Малалы К., Зонько Н.* «Безопасность жизнедеятельности». г. Санкт-Петербург. 2001 г.
37. Журнал «Вестник высшей школы» №1-12 за 1983-1985 гг.
38. Журнал «Зарубежное военное обучение». №1-12 за 1990 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА 1. ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВНЕШНЮЮ СРЕДУ

Источник	Тип излучения	Продолжительность облучения	Мощность дозы для внешней среды	Наведённая активность	Территория, подверженная действию излучения
Естественная (фоновая) радиация	Альфа, бета, гамма	Несколько миллиардов лет	0,1-0,5 р/год	Нет	Вся Земля
Медицинское и профес-сиональное облучение	Обычно во внешнюю среду излучения не высвобождаются				
Гамма-поля от 60 Co (до 4000 кюри)	Гамма	Хроническое, несколько лет	До нескольких тысяч р/год	Нет	Сотни гектаров
Реакторы с защитой	Гамма, нейтроны	Прерывистое	До значений, равных нескольким фоновым	Незначительная	Несколько гектаров
Выбросы реакторов	Альфа, бета, гамма	Непрерывное	Выше фоновой	Нет	Сотни квадратных километров
Сброс отходов	То же	То же	Незначительно выше фоновой	То же	Сотни гектаров
Аварии	То же	Острое	До нескольких тысяч р/ч	То же	Несколько гектаров
Ядерные испытания	То же	То же	До нескольких миллионов р/ч	Есть	Сотни квадратных километров
Радиоактивные осадки после аварий и ядерных испытаний	То же	Хроническое, тысячи лет	До значений, равных нескольким фоновым	Нет	Вся Земля
Ядерная война	То же	Острое	До сотен миллионов р/ч	Есть	Тысячи квадратных километров
Радиоактивные осадки в ядерной войне	То же	Хроническое, тысячи лет	До нескольких р/ч	Нет	Вся Земля

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТАБЛИЦА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ

Наименование	Цвет и запах	Температура кипения	Удельный вес		Концентрация		Защита органов дыхания			Нейтрализующие вещества и растворы
			по воде	по воздуху	Предельно-допустимая (в мг/л)	Смертельная (в мг/л)	табельные средства	Марки промышленных противогазов	Изолирующие противогазы	
Аммиак	Бесцветный газ с резким запахом	-33,4	0,68	0,59	0,02	7	не защищают	К, КД, М	Защищают от всех СДЯВ в любых концентрациях	Вода, промышленные отходы кислого характера
Хлор	Зеленовато-желтый газ с резким запахом	-34	1,45	2,5	0,001	0,1-0,2	Противогазы ГП-4У, ГП-5	В, М		Щелочные растворы, гашеная известь
Фосген	Бесцветный газ с удушливым запахом прелого сена	8,2	1,43	3,5	0,0005	0,1-0,5		В		Горячая вода, щелочные отходы, уротропин
Синильная кислота	Бесцветная жидкость со слабым запахом горького миндаля	26,5	0,7	0,9	0,0003	0,1-0,2		В, БКФ		Гашеная известь, щелочи
Сернистый ангидрид	Бесцветный газ с резким запахом	-10	14,3	2,2	0,01	1,4-1,7		В, С, МПС		Гашеная известь, щелочи

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТАБЛИЦА 3. ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Поражающий фактор / Ионизирующие излучения	Физическая величина	Внесистемная единица	Система СИ	Соотношение единиц
Гамма-излучение без взаимодействия с телом человека	Экспозиционная доза	Рентген	Кулон/ кг	1 кл/кг = $3{,}88 \cdot 10^{3}$ Р 1 Р = $2{,}58 \cdot 10^{-4}$ кл/кг
	Мощность экспозиционной дозы	Рентген/сек	Кулон/кг·сек	1 Р/сек = $2{,}58 \cdot 10^{-4}$ кл/кг/сек
Гамма-нейтронное или гамма-излучение при взаимодействии с телом человека	Поглощённая доза	Рад	Грей	1 Грей = 100 Рад
	Мощность поглощённой дозы	Рад/сек	Грей/сек	1 Грей/сек = 100 Рад/сек
Для рентгеновского α и β излучения	Эквивалентная доза	БЭР	Зиверт	1 Зиверт = 100 БЭР
	Мощность эквивалентной дозы	БЭР/сек	Зиверт/сек	1 Зиверт/сек = 100 БЭР/сек
Радиоактивные продукты ядерного взрыва	Активность радионуклида	Кюри	Беккерель	1 БК = $2{,}7 \cdot 10^{-11}$ Ки 1 Ки = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ БК
	Плотность загрязнения	Кюри/м^2	Беккерель/м^2	1 БК/м^2= $2{,}7 \cdot 10^{-11}$ Ки/м^2
	Объёмная активность	Кюри/литр	Беккерель/м^3	1 БК/м^3 = $2{,}7 \cdot 10^{-14}$ Ки/л
	Удельная активность	Кюри/кг	Беккерель/кг	1 БК/кг = $2{,}7 \cdot 10^{-11}$ Ки/кг

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТАБЛИЦА 4. КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕПЕНИ РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

	Полное	Свыше 0,5	A	Полное обрушение сооружения. Могут сохранится только фундамент и подземные помещения	Восстановление невозможно или не целесообразно	90-100
	Сильное	0,5-0,3	B	Сохраняется лишь небольшая часть наиболее прочных конструкций сооружения – стены нижних этажей, элементы железобетонного каркаса и подземные помещения	Восстановление возможно только в порядке перестройки сооружения специальными организациями с использованием уцелевших материалов и конструкций	50-90
	Среднее	0,3-0,2	C	Сохраняются коробки зданий и другие прочные конструкции и элементы сооружения – капитальные стены, железобетонные перекрытия. Внутренняя часть здания выгорает.	Требуются значительные восстановительные работы силами специальных восстановительных подразделений	30-50
	Слабое	0,2-0,1	D	Мелкие деформации второстепенных элементов сооружения – кровли, легких пристроек, оконных переплетов и дверей, внутренних перегородок и штукатурки.	Требуются незначительные восстановительные работы силами ремонтно-восстановительных и инженерно-технических подразделений войсковой части	10-30
	Легкое повреждение	0,1-0,03		Незначительные повреждения отдельных несущественных элементов сооружения – остекления и т.п.	Восстановительные работы не обязательными могут проводиться обслуживающим персоналом в процессе эксплуатации сооружения	0-10

П А М Я Т К А

ОПОВЕЩЕНИЕ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Завывание сирены означает сигнал:

«ВНИМАНИЕ ВСЕМ»

Это главный сигнал!

Помни и знай его.

Услышав вой сирены, надо немедленно включить:

-телевизор;

-радиоприемник;

-репродуктор радиотрансляционной сети

и слушать сообщения о чрезвычайных ситуациях и правилах поведения.

В течение всего периода ликвидация последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф – все эти средства необходимо держать постоянно включенными.

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АВАРИЯХ НА АЭС

Услышав сообщение об опасности радиоактивного заражения, необходимо:

- надеть противогазы взрослым и детям;
- использовать любые респираторы;
- срочно изготовить и надеть ватно-марлевую повязку;
- подготовить куртки, брюки, комбинезоны, плащи, накидки, сапоги, боты, резиновые или кожаные перчатки;
- принять таблетку йодистого калия;
- загерметизировать дом – заклеить окна, вентиляционные отверстия, уплотнить стыки в дверных проемах;
- защитить продукты питания и воду от радиоактивной пыли;
- укрыться в убежище, противорадиационном укрытии, подвале, погребе, подполье;
- подготовиться к экстренной эвакуации;
- автобусы и другие крытые машины подавать непосредственно к подъездам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

П А М Я Т К А

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Необходимо: Неукоснительно соблюдать все правила безопасности. Применять средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

Знать, что курение усиливает радиоактивное воздействие на организм.

Употреблять воду только из проверенных источников.

Открывать форточки для проветривания только в тихую погоду, а лучше после дождя.

Мыть руки с мылом и полоскать рот перед едой. Тщательно промывать фрукты и овощи.

Иметь бытовые дозиметры. Они дают возможность самостоятельно определять радиационную обстановку на местности и степень радиоактивного загрязнения продуктов питания и кормов.

Носить одежду, обувь и головной убор, которые бы в максимальной степени закрывали тело.

Помнить, что собирать грибы и ягоды, рубить сушняк, купаться, особенно в прудах, озерах и других стоячих водоемах, ЗАПРЕЩЕНО.

Знать, что топить печь загрязненными (неошкуренными) дровами нельзя, так как дымоход на многие годы может стать радиоактивным.

При входе в помещение вытряхивать одежду, тщательно обметать или обмывать обувь, переодеваться, все «грязное» оставлять в прихожей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИИ С ВЫБРОСОМ ХЛОРА

ХЛОР. Газ желто-зеленого цвета с резким раздражающим специфическим запахом. Тяжелее воздуха примерно в 2,5 раза. Поэтому скапливается в низких местах, затекает в подвалы, тоннели, движется в приземных слоях атмосферы.

Пары действуют сильно раздражающе на слизистые оболочки, кожу, дыхательные пути и глаза.

Воздействие на организм характеризуется резкой загрудинной болью, сухим кашлем, рвотой, нарушением координации, отдышкой, резью в глазах, слезотечением. При длительном вдыхании возможен смертельный исход.

ПОЛУЧИВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О ДВИЖЕНИИ ОБЛАКА ХЛОРА, НЕОБХОДИМО:

- укрыться в защитном сооружении;
- надеть противогазы: детям – ПДФ-7, ПДФ-Ш(Д), взрослым – ГП-5, ГП-7;
- воспользоваться противогазовым респиратором РПГ-67 или РУ-60М с патроном марки В;
- в крайнем случае надеть ватно-марлевую повязку, смоченную водой, а лучше 2 %-м раствором питьевой соды;
- подняться на верхние этажи высоких зданий;
- загерметизировать квартиру – заклеить окна, вентиляционные отверстия, уплотнить щели в дверях.

ЗАПОМНИ! Выходить из района заражения необходимо:

по возвышенным местам в направлении, перпендикулярном ветру.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИИ С ВЫБРОСОМ АММИАКА

АММИАК. Бесцветный газ, почти в два раза легче воздуха. Его пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Жидкий аммиак широко применяется в качестве рабочего вещества (хладагента) в холодильных машинах и установках.

Опасен при выдыхании. Вызывает сильный кашель, удушье, сердцебиение, нарушение частоты пульса, насморк, затрудненное дыхание, жжение, покраснение и зуд кожи, резь в глазах, слезотечение.

Соприкосновение жидкого аммиака с кожей вызывает обморожение. При высоких концентрациях возможен смертельный исход.

ПОЛУЧИВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О ДВИЖЕНИИ ОБЛАКА АММИАКА, НЕОБХОДИМО:

Надеть средства индивидуальной защиты:

Чтобы фильтрующе-поглощающие коробки гражданских и детских противогазов, а также респираторы защитили от паров аммиака, НАДО:

- к противогазам подсоединить дополнительный патрон ДПГ-3;
- использовать противогазовые респираторы РПГ-67 или РУ-60Мс;
- коробками марки КД и К;
- надеть ватно-марлевую повязку, смоченную водой, а лучше 5 %-м раствором лимонной кислоты.

Покидая квартиру, выключить нагревательные приборы, закрыть окна, взять документы и вещи.

Выходить из зараженной зоны перпендикулярно направлению ветра.

Укрыться в ближайшем защитном сооружении.

П А М Я Т К А

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОРАЖЕНИИ АХОВ

(сернистый ангидрид, синильная кислота, угарный газ)

НЕОБХОДИМО:

- **в первую очередь защитить органы дыхания от дальнейшего воздействия АХОВ. Надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, предварительно смочив ее водой, а лучше 2 %-м раствором питьевой соды при выбросе хлора и 5 %-м раствором лимонной кислоты при выбросе аммиака;**
- **вывести или вынести пострадавших из зоны заражения;**
- **удалить ядовитое вещество с открытых участков тела;**
- **на улице снять с пораженного загрязненную обувь и одежду;**
- **дать обильное питье;**
- **промыть глаза и лицо водой;**
- **в случае попадания ядовитых веществ внутрь, вызвать рвоту или сделать промывание желудка;**
- **сделать искусственное дыхание методом «изо рта в рот»;**
- **дать дышать кислородом и обеспечить покой;**
- **пораженного госпитализировать (транспортировать только в лежачем положении).**

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ РТУТИ

Ртуть опасна для всех форм жизни. Опасность возрастает с увеличением площади испарения (растирании, дроблении на мелкие капельки).

Признаки отравления: общая слабость, головная боль, боль при глотании, повышение температуры, боли в животе, желудке.

ОБНАРУЖИВ РТУТЬ, НЕОБХОДИМО:

Срочно оповестить:

- санитарного врача ЦГСЭН города (района);
- органы управления ГО и ЧС;
- органы здравоохранения;
- милицию города (района);
- немедленно покинуть помещение;
- открыть окна и двери для проветривания;
- оказать мед. помощь пострадавшему (промыть желудок);
- собрать пролитую ртуть, капельки удалить медной пластинкой или листочками станиоля;
- протереть место разлива 20 %-м раствором хлорного железа.

Работы проводить в противогазе или респираторе с фильтрующе поглощающей коробкой марки Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИЯХ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Автомобиль ***– средство повышенной опасности.***

В дорожно-транспортных происшествиях в 70 случаях виноваты водители, в 30 – пешеходы.

Только в Москве за год на дорогах погибают по 60 детей, травмы получают более 1000.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

- нарушение правил дорожного движения;
- превышение скорости движения;
- слабая подготовка водителя;
- управление в нетрезвом состоянии;
- неисправность автомобиля.

ПРОИЗОШЛА АВАРИЯ! ЧТО ДЕЛАТЬ?

- ***остановиться, включить аварийную световую сигнализацию или выставить знак аварийной остановки;***
- вытащить пострадавшего из машины;
- срочно оказать первую помощь (не более 20 мин, через 30 мин может быть поздно);
- остановить кровотечение, используя автомобильную аптечку;
- смазать раны йодом и перевязать;
- зафиксировать подручными материалами переломы конечностей;
- вызвать «Скорую помощь» или отправить пострадавшего в медучреждение на попутной машине, записав ее номер и фамилию водителя;
- записать адреса и фамилии свидетелей, вызвать работников ГИБДД.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИЯХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Главные причины аварий и катастроф:
неисправность пути, подвижного состава, средств сигнализации, централизации и блокировки, ошибки диспетчеров, невнимательность и халатность машинистов.

ТИПИЧНЫЕ АВАРИИ:

- сход с рельсов;
- столкновения подвижного состава;
- наезды на препятствия на переездах;
- выбросы (проливы) АХОВ;
- разливы нефтепродуктов;
- взрывы, пожары в вагонах.

НЕОБХОДИМО:

- ***оповестить железнодорожного диспетчера и комиссию по чрезвычайным ситуациям (КЧС) ближайшего города;***
- оказать нуждающимся первую помощь;
- отправить пострадавших в лечебные учреждения;
- извлечь людей из поврежденных вагонов;
- раздвинуть заклинившие двери;
- результативными машинами сделать проемы;
- приступить к тушению пожара;
- прекратить выход (вылив) АХОВ в атмосферу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

П А М Я Т К А

ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИЯХ СО ВЗРЫВАМИ И ПОЖАРАМИ

Авария – это повреждение машины, станка, оборудования, здания, сооружения, транспортного средства, которое не повлекло за собой серьезных человеческих жертв.

Катастрофа – событие с трагическими последствиями, крупная авария, влекущая за собой большие человеческие жертвы.

НЕОБХОДИМО:

- ***оповестить рабочих, служащих и вблизи проживающее население;***
- ***немедленно использовать первичные средства – огнетушители;***
- ***не допустить распространения огня, задействовав пожарные гидранты (краны);***
- ***помочь тем, кто оказался придавлен обломками и конструкциями;***
- ***извлечь людей из завалов;***
- ***вывести людей в безопасное место, район аварии оцепить, помочь оказавшимся в горящих зданиях и задымленных помещениях;***
- ***потушить горящую одежду;***
- ***прекратить действие электрического тока;***
- ***остановить кровотечение, перевязать раны;***
- ***наложить шины на переломы конечностей.***

П р а в и л а

ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

Самое главное при пожаре – это не поддаваться панике. Надо быстро оценить ситуацию и степень опасности для себя, для жильцов твоей квартиры, для соседей по лестничной клетке. Задача трудная, тут помогут некоторые элементарные знания.

1. Если ты почувствовал запах дыма, гари, но не видишь источника задымления, – постарайся быстро установить, где он находится:

- в твоей квартире (в комнате, кухне, подсобном помещении, на балконе, лоджии и т.д.);
- на лестничной клетке (мусоропровод и т.д.);
- в соседней квартире (идёт дым из щелей двери).

2. Если что-то загорелось в квартире в твое отсутствие, и момент для быстрого тушения (1-2 мин.) упущен, не трать попусту время, беги из комнаты (плотно закрыв за собой дверь!), зови взрослых, звони по номеру «101».

При вызове пожарных не забудь точно назвать подробный адрес (район, улицу, номер дома, корпуса, квартиры, подъезд, этаж) и свою фамилию; при этом говори четко и спокойно. Все, что надо, пожарным передадут по рации. Они обычно приезжают через несколько минут. Сохраняй спокойствие для разумных действий.

3. Если загорелось кухонное полотенце – положи его в раковину, открой кран с водой; если нет воды, плотно прижми его доской, крышкой от кастрюли.

4. Если горит мусорное ведро, мусорная корзина, небольшая коробка или газеты в почтовом ящике в подъезде – принеси воду и залей огонь.

5. Если на тебе или другом человеке загорелась одежда, надо:

- не двигаться (огонь при этом усиливается);
- повалить пострадавшего на пол, на землю;
- сбить пламя: накинуть плотную (не синтетическую!) ткань и прижать к горящей одежде; залить пламя водой, засыпать землей или упасть и кататься по полу, по земле для того, чтобы сбить пламя.

6. Хорошо, если в доме есть *порошковый огнетушитель,* и ты умеешь с ним обращаться. Но знай, что ты можешь его использовать только в первые минуты, когда загорание не переросло в пожар. В противном случае вызывай взрослых, звони «101».

7. Если запах дыма чувствуется на лестничной клетке сильнее, чем в твоей квартире, значит, источник дыма находится в подъезде или в соседней квартире. Звони в пожарную охрану по номеру «101».

8. Если ты почувствовал запах горелой изоляции – сообщи об этом взрослым, отключи общий выключатель (автомат) – обесточь квартиру. Место, где можно отключить в твоей квартире электроэнергию, должны знать все взрослые и дети школьного возраста.

9. Нельзя тушить водой аппаратуру, включенную в электросеть! *При загорании телевизора, холодильника, утюга* обесточь квартиру

или отключи приборы от розетки, не подвергая свою жизнь опасности.

- Если горение только-только началось, накрой **отключенный** от розетки утюг (телевизор) *шерстяным одеялом, тяжёлой тканью и плотно прижми по краям,* чтобы не было доступа воздуха к огню. Горение прекратится.

- Небольшое пламя на **обесточенном** телевизоре *можно залить водой, но при этом надо находиться сзади или сбоку от телевизора* во избежание травм при возможном взрыве кинескопа.

10. Когда воды нет, то небольшой очаг горения можно засыпать содой, стиральным порошком, песком, землей (например, из цветочного горшка).

11. Если дым и пламя позволяют выйти из квартиры наружу:

- *уходи скорее от огня;* ничего не ищи и не собирай; убегая, предупреди всех, кого можно;

- если есть возможность, попутно обесточь квартиру путем отключения напряжения на электрическом щите, расположенном на лестничной клетке;

- ни в коем случае ***не пользуйся лифтом*** – он может стать твоей ловушкой;

- знай, что вредные продукты горения выделяются при пожаре очень быстро; ***для оценки ситуации и для спасения ты имеешь очень мало времени*** **(иногда всего 5-7 минут);**

- вредные продукты горения могут скапливаться в комнате на уровне твоего роста и выше, поэтому пробирайся к выходу на четвереньках или даже

ползком; ***ближе к полу ниже температура воздуха и там больше кислорода;***

- по пути за собой ***плотно закрывай двери,*** чтобы преградить дорогу огню (дверь может задержать распространение огня на 15 минут!), это даст возможность другим людям также покинуть помещение;

- *если дыма много,* першит в горле, слезятся глаза, то пробирайся, плотно закрывая дыхательные пути какой-нибудь многослойной хлопчатобумажной тканью. Хорошо, если ты сможешь увлажнить внешнюю часть этой ткани водой (из вазы с цветами или каким-нибудь напитком). Этим ты спасешь свои бронхи и легкие от действия раздражающих веществ. Но помни, что этот способ не спасёт от угарного газа!

- дым виден, а угарный газ незаметен. ***Угарный газ очень коварен,*** **он не имеет запаха, цвета и вкуса; выделяется при горении любых веществ.** Еще больше его выделяется при тлении (слабом горении) или при неумелом тушении огня. Угарный газ может постепенно накапливаться в организме до опасной концентрации, и тогда человек уже не может сам себе помочь, теряет сознание и задыхается;

- если есть возможность позвонить по телефону из безопасного места, ***сразу же сообщи по номеру «101» о загорании;***

- покинув опасное помещение, ***не вздумай возвращаться назад:*** 1) опасность там сильно возросла; 2) тебя в том помещении никто не будет искать и спасать, потому что все видели, что ты уже вышел на улицу;

- всегда надо хорошо знать расположение комнат и выходов из квартиры и подъезда.

12. Если дым и пламя в соседних помещениях не позволяют тебе выйти наружу:

- не входи туда, ***большая концентрация дыма и видимость менее 10 м:*** достаточно сделать несколько вдохов, и ты можешь погибнуть от отравления продуктами горения. (Кстати, в спокойной обстановке прикинь в своем подъезде или в квартире: сколько это – 10 метров?)

- прежде чем открыть дверь квартиры (комнаты) и выйти *наружу, убедись,* что за дверью нет большого пожара: приложи свою руку к двери или осторожно потрогай металлический замок, ручку. Если они горячие, то ***ни в коем случае не открывай эту дверь.***

- постарайся загерметизировать свою комнату: плотно закрой дверь и заткни простынями, полотенцами, одеждой (по возможности мокрыми) все щели и вентиляционные отверстия на кухне, в ванной, туалете для предотвращения поступления дыма и газов. Если комната наполнилась дымом, передвигайся ползком – так будет легче дышать. Двигайся в сторону окна и ***привлекай к себе внимание людей на улице;***

- не торопись открывать или разбивать окно, т.к. приток кислорода может резко усилить горение;

- привлекая внимание людей, не обязательно кричать, вдыхая лишние отравляющие вещества; можно что-нибудь вывесить из форточки или окна, например, большой кусок ткани;

13. Если есть балкон (лоджия):

- выйди на балкон, закрой за собой плотно дверь и окно;

- встань за простенок;

- привлекай к себе внимание людей на улице; жди пожарных;

- при возможности эвакуируйся через другую квартиру, разрушив перегородку балкона (лоджии), или по пожарной лестнице.

14. Как не упасть, эвакуируясь по лестнице.

Спускаясь с высоты по стационарной пожарной лестнице, не нервничай! Вниз не смотри, смотри только на свои руки и ноги: от их слаженной работы зависит твоя жизнь. В каждый момент времени у тебя хотя бы одна рука и одна нога должны находиться на ступеньках лестницы. Прижимайся телом ближе к лестнице.

По лестнице, закрепленной на стене высокого дома, безопаснее спускаться с обратной стороны лестницы, т.е. развернувшись спиной к стене (но вниз не смотри!).

Спускаясь с верхних этажей, делай остановки (передышки), чтобы расслабить наряженные мышцы. Не задерживай дыхание, дыши животом (диафрагмой). Сохраняй спокойствие, и у тебя все получится!

15. *Товарищ, обращаясь с огнём, будь бдителен!*

- Не проходи мимо непотушенной сигареты, придави ее ботинком;

- Начинает гореть сухая трава – засыпь её землёй, песком, затопчи ногами. Тем самым ты спасёшь беззащитные кусты и деревья. Помни, что от правильных и разумных действий зависит твоя жизнь и жизнь окружающих людей.

Учебно-практическое издание

Практикум «Методика прогнозирования и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для бакалавров университета очной и заочной форм обучения.
Издание второе, дополненное и переработанное

Составители
Евгения Дмитриевна Жужа
Татьяна Васильевна Огнева
Екатерина Валентиновна Дяговец

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка Е.В. Дяговец

Электронное издание

Опубликовано на портале http://moodle.spsu.ru