

Лекция 6. МЕДИКО-ТАКТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ЧС

Медико-тактическая характеристика радиационных аварий

Радиационная авария — событие, которое могло привести или привело к незапланированному облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды с превышением величин, регламентированных нормативными документами для контролируемых условий, произошедшее в результате потери управления источником ионизирующего излучения, вызванное неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами.

Различают *очаг аварии* и *зоны радиоактивного загрязнения* местности.

Очаг аварии — территория разброса конструкционных материалов аварийных объектов и действия α -, β - и γ -излучений.

Зона радиоактивного загрязнения — местность, на которой произошло выпадение радиоактивных веществ.

Типы радиационных аварий определяются используемыми в народном хозяйстве источниками ионизирующего излучения. Их можно условно разделить на следующие группы: ядерные, радиоизотопные и создающие ионизирующее излучение за счёт ускорения (замедления) заряженных частиц в электромагнитном поле (электрофизические).

На ядерных энергетических установках в результате аварийного выброса возможны следующие факторы радиационного воздействия на население:

- внешнее облучение от радиоактивного облака и радиоактивно загрязнённых поверхностей: земли, зданий, сооружений и др.;
- внутреннее облучение при вдыхании находящихся в воздухе радиоактивных веществ и потреблении загрязнённых радионуклидами продуктов питания и воды;
- контактное облучение за счёт загрязнения радиоактивными веществами кожных покровов.

Авария на Чернобыльской АЭС с разрушением четвертого реактора произошла 26 апреля 1986 года во время экспериментального испытания системы электрического контроля, когда реактор заглушали для выполнения штатных работ. Реактор РБМК-1000 (реактор большой мощности, кипящий) на медленных нейтронах, с ядерным топливом из 114,7 тонны диоксида

урана-238, обогащенного 2 процентами урана-235, водоохлаждаемый, с графитовыми замедлителями и теплоносителем — кипящей водой. Операторы, в нарушение правил безопасности, отключили важные контрольные системы и допустили такую ситуацию, когда реактор вошел в неустойчивый режим работы. Неконтролируемое увеличение мощности и последующее повышение температуры вызвали избыточное образование пара и паровой взрыв, который разорвал корпус реактора. Затем началась бурная реакция между топливом и паром. Это привело к разрушению активной зоны и здания реактора. Критическая масса урана-235 не образовалась, иначе мог произойти ядерный взрыв. У Чернобыльского реактора защитной оболочки не было, а поэтому имели место выбросы радиоактивных газов и больших количеств радиоактивных веществ (3,5 % ядерного топлива и продуктов его распада). В выбросе содержались до 20 % радиоактивных изотопов йода, 23 % радиоактивных изотопов цезия, 8 % радиоактивных изотопов стронция, 18 % плутония и нептуния, уран-238, уран-235 и другие радионуклиды. Наибольшая интенсивность выбросов отмечена в период с 26 апреля по 6 мая. В дальнейшем интенсивность выбросов уменьшилась. Радиоактивные газы и частицы радиоактивных веществ сначала переносились ветром в западном и северном направлениях, а потом во всех направлениях. Выпадение радионуклидов происходило, в основном, осаджением во время прохождения радиоактивного выброса. Получилась сложная и изменчивая картина облучения по затронутому региону. Суммарная активность продуктов аварийного выброса (ПАВ) при аварии на Чернобыльской АЭС только в 1986 году составила 50 МКи. Аварийным выбросом Чернобыльской АЭС загрязнено радиоактивными веществами свыше 150 000 кв.км территории районов нескольких областей в Белоруссии, Российской Федерации и в Украине, а осадки выброшенных радионуклидов регистрировались в Швеции, Финляндии, Польше, Германии, Франции, Бельгии, Голландии, Англии, Греции, Израиле, Кувейте, Турции, Японии, Китае, Канаде и США. Его последствием была немедленная эвакуация в 1986 г. около 116 000 человек из прилегающей к реактору местности и переселение на постоянное место жительства, после 1986 г. — около 220 000 человек. Авария на Чернобыльской АЭС явилась для 30 работников причиной смерти, наступившей в течение нескольких дней и недель, и привела к радиационным поражениям более 100 других работников. Утром 26 апреля 1986 г. из 600 работников 134 получили большие дозы (0,7—13,4 Гр) и заболели лучевой болезнью. Из них в течение трех месяцев 28 человек умерли, вскоре еще двое. В течение 1986—1987 гг. около 200 000 занятых на восстановительных работах получили дозы от 0,01

до 0,5 Гр, Подверглись потенциальному риску поздних последствий облучения, таких как рак или другие болезни. Лучевые нагрузки были наибольшими в местностях вокруг реактора. Доза облучения, обусловленная йодом-131, составляла 1-10 %, цезием-137 - 65-75 %. В первый год после аварии наибольшие усредненные по каждому региону годовые дозы облучения в Европе вне бывшего СССР составляли менее 50 % дозы, получаемой за счет естественного фона. В дальнейшем лучевые нагрузки быстро уменьшались. Уровень радиации на загрязненной радиоактивными веществами аварийного выброса Чернобыльской АЭС территории в первые сутки снизился за 7 часов в 2 раза, за первый год - в 90 раз.

Зоной опасного загрязнения продуктами аварийного выброса (ПАВ) Чернобыльской АЭС считались территории с мощностью экспозиционной дозы на высоте 1 м 1 мР/ч и выше. В дальнейшем после распада радиоактивных изотопов йода и снижения йодной опасности зоной опасного загрязнения ПАВ считалась территория с мощностью экспозиционной дозы на высоте 1 м 2 мР/ч. Население эвакуировалось с загрязненной ПАВ территории, если мощность экспозиционной дозы гамма-излучения стабильно превышала 0,3 мР/ч. Специальная обработка проводилась при загрязнении кожи ПАВ АЭС более 0,1 мР/ч (130 Бк/кв.см). 26 апреля населению стали выдавать препараты йода для йодной профилактики. Было запрещено употребление в пищу молока и загрязненных радиоактивными веществами продуктов. Организован контроль радиационной обстановки. Проведены мероприятия по предотвращению ядерного взрыва в реакторе, по прекращению выбросов радионуклидов в атмосферу. Выполнены работы по дезактивации территории и объектов АЭС и 30-километровой зоны и по консервации разрушенного реактора.

Кроме аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г., значительные выбросы радионуклидов происходили при двух авариях на реакторах: в Уиндскейле (Великобритания) в октябре 1957 г. и на Три-Майл Айленд (США) в марте 1979 г.

Аварийная ситуация в хранилищах радиоактивных отходов представляет большую опасность, так как способна привести к длительному радиоактивному загрязнению обширных территорий высокотоксичными радионуклидами и вызвать необходимость широкомасштабного вмешательства.

Авария при глубинном захоронении жидких радиоактивных отходов в подземные горизонты возможна при внезапном разрушении оголовка скважины, находящейся под давлением.

При аварии на радиохимическом производстве радионуклидный состав и величина аварийного выброса (сброса) существенно зависят от технологического участка процесса и участка радиохимического производства.

На заводе по переработке радиационных отходов в Томске 7 апреля 1993 г. произошла авария. След радиоактивного облака шириной 9—10 км распространился на 100—120 км.

Аварии с радионуклидными источниками связаны с их использованием в промышленности, газо- и нефтедобыче, строительстве, исследовательских и медицинских учреждениях. Особенность аварии с радиоактивным источником — сложность установления факта аварии. К сожалению, часто наличие подобной аварии устанавливают после регистрации тяжёлого радиационного поражения.

Также возможны аварии при перевозке радиоактивных материалов.

По границам распространения радиоактивных веществ и возможным последствиям радиационные аварии подразделяют на локальные, местные, общие.

Локальная авария — авария с выходом радиоактивных продуктов или ионизирующего излучения за предусмотренные границы оборудования, технологических систем, зданий и сооружений в количествах, превышающих регламентированные для нормальной эксплуатации значения, при котором возможно облучение персонала, находящегося в данном здании или сооружении, в дозах, превышающих допустимые.

Местная авария — авария с выходом радиоактивных продуктов в пределах санитарно-защитной зоны в количествах, превышающих регламентированные для нормальной эксплуатации значения, при котором возможно облучение персонала в дозах, превышающих допустимые.

Общая авария — авария с выходом радиоактивных продуктов за границу санитарно-защитной зоны в количествах, превышающих регламентированные для нормальной эксплуатации значения, при котором возможно облучение населения и загрязнение окружающей среды выше установленных норм.

Аварии могут происходить без разрушения и с разрушением ядерного реактора.

Существует *три временные фазы аварии*: ранняя, промежуточная и поздняя (восстановительная).

Ранняя фаза — период от начала аварии до момента прекращения выброса радиоактивных веществ в атмосферу и окончания формирования радиоактивного следа на местности. Продолжительность этой фазы в

зависимости от характера, масштаба аварии и метеорологических условий может составлять от нескольких часов до нескольких суток.

Промежуточная фаза аварии начинается с момента завершения формирования радиоактивного следа и продолжается до принятия всех необходимых мер защиты населения, проведения необходимого объёма санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий. В зависимости от характера и масштаба аварии длительность промежуточной фазы может составлять от нескольких дней до нескольких месяцев после возникновения аварии.

Поздняя (восстановительная) фаза может продолжаться от нескольких недель до нескольких лет после аварии (до момента, когда отпадает необходимость выполнения мер по защите населения) в зависимости от характера и масштабов радиоактивного загрязнения. Фаза заканчивается одновременно с отменой всех ограничений на жизнедеятельность населения на загрязнённой территории и переходом к обычному санитарно-дозиметрическому контролю радиационной обстановки, характерной для условий «контролируемого облучения». На поздней фазе источники и пути внешнего и внутреннего облучения те же, что и на промежуточной фазе.

Масштабы и степень загрязнения местности и воздуха определяют радиационную обстановку.

Радиационная обстановка — совокупность условий, возникающих в результате загрязнения местности, приземного слоя воздуха и водоисточников радиоактивными веществами (газами) и оказывающих влияние на аварийно-спасательные работы и жизнедеятельность населения.

Выявление наземной радиационной обстановки предусматривает определение масштабов и степени радиоактивного загрязнения местности и приземного слоя атмосферы.

Оценку наземной радиационной обстановки осуществляют с целью определения степени влияния радиоактивного загрязнения на лиц, занятых в ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, и на население.

Метод оценки радиационной обстановки по данным радиационной разведки используют после аварии на радиационно-опасном объекте. Он основан на выявлении реальной (фактической) обстановки путём измерения степени ионизирующего излучения и радиоактивного загрязнения местности и объектов.

В выводах, которые формулируют силами РСЧС в результате оценки радиационной обстановки для службы медицины катастроф, должны быть указаны следующие факты:

- количество людей, пострадавших от ионизирующего излучения, и необходимые силы и средства здравоохранения;
- наиболее целесообразные действия персонала АЭС, ликвидаторов, личного состава формирований службы медицины катастроф;
- дополнительные меры защиты различных контингентов людей.

Основные направления предотвращения и снижения потерь и ущерба при радиационных авариях таковы:

- размещение радиационно-опасных объектов с учётом возможных последствий аварии;
- специальные меры по ограничению распространения выброса радиоактивных веществ за пределы санитарно-защитной зоны;
- меры по защите персонала и населения.

Дозы ионизирующего излучения, не приводящие к острым радиационным поражениям, снижению трудоспособности, не отягощающие сопутствующих болезней, следующие:

- однократная (разовая) — 50 рад (0,5 Гр);
- многократные: месячная — 100 рад (1 Гр), годовая — 300 рад (3 Гр).

Отличительная особенность структуры поражений, возникающих при радиационных авариях, — их *многообразие*, что связано с большим количеством вариантов складывающихся радиационных ситуаций.

Структура радиационных аварийных поражений представлена следующими основными формами заболеваний:

- острой лучевой болезнью от сочетанного внешнего γ -, β -излучения (γ -нейтронного) и внутреннего облучения;
- острой лучевой болезнью от крайне неравномерного воздействия γ -излучения;
- местными радиационными поражениями (γ , β);
- лучевыми реакциями;
- лучевой болезнью от внутреннего облучения;
- хронической лучевой болезнью от сочетанного облучения.

Острая лучевая болезнь (ОЛБ).

Современная классификация острой лучевой болезни основана на твёрдо установленной в эксперименте и клинике зависимости тяжести и формы поражения от полученной дозы облучения.

Лёгкая (I) степень. Первичная реакция, если она возникла, выражена незначительно и протекает быстро. Возможны тошнота и однократная рвота. Длительность первичной реакции не превышает 1 дня и ограничивается обычно несколькими часами.

Средняя (II) степень. Периодизация ОЛБ выражена отчётливо. Первичная реакция длится до 1 суток. Возникают тошнота и 2-кратная или 3-кратная рвота, общая слабость, субфебрильная температура тела.

Тяжёлая (III) степень. Бурная первичная реакция до 2 суток, тошнота, многократная рвота, общая слабость, субфебрильная температура тела, головная боль.

Крайне тяжёлая (IV) степень. Первичная реакция протекает бурно, продолжается 3—4 суток, сопровождается неукротимой рвотой и резкой слабостью, достигающей до адинамии. Возможны общая кожная эритема, жидкий стул, коллапс.

В зависимости от возможных проявлений различают церебральную, токсическую, кишечную и костно-мозговую формы ОЛБ.

Церебральная форма. При облучении в дозе свыше 50 Гр возникает церебральная форма острой лучевой болезни. В её патогенезе ведущая роль принадлежит поражению на молекулярном уровне клеток головного мозга и мозговых сосудов с развитием тяжёлых неврологических расстройств. Смерть наступает от паралича дыхания в первые часы или первые 2—3 сут.

Токсическая, или сосудисто-токсемическая, форма. При дозах облучения в пределах 20—25 Гр развивается ОЛБ, в основе которой лежит токсико-гипоксическая энцефалопатия, обусловленная нарушением церебральной ликвородинамики и токсемией. При явлениях гиподинамии, протрации, затемнения сознания с развитием сопора и комы поражённые гибнут на 4—8-е сутки.

Кишечная форма. Облучение в дозе от 10 до 20 Гр ведёт к развитию лучевой болезни, в клинической картине которой преобладают признаки энтерита и токсемии, обусловленные радиационным поражением кишечного эпителия, нарушением барьерной функции кишечной стенки для микрофлоры и бактериальных токсинов. Смерть наступает на 2-й нед или в начале 3-й.

Костно-мозговая форма. Облучение в дозе 1—10 Гр сопровождается развитием костно-мозговой формы ОЛБ, которая в зависимости от величины поглощённой дозы различается по степени тяжести. При облучении в дозе до 250 рад могут погибнуть 25 % облучённых (без лечения), в дозе 400 рад — до 50 % облучённых, дозу облучения 600 рад и более считают абсолютно смертельной.

Хроническая лучевая болезнь — общее заболевание организма, возникающее при длительном, систематическом воздействии небольших доз ионизирующего излучения (превышающих безопасные).

Строго разграничить степени тяжести заболевания трудно, однако условно выделяют хроническую лучевую болезнь лёгкой (I), средней (II), тяжёлой (III) и крайне тяжёлой (IV) степени. Хроническую лучевую болезнь от внешнего облучения II, III и особенно IV степени тяжести в современных условиях строгого контроля доз излучения диагностируют редко. Её развитие более вероятно при случайной инкорпорации долгоживущих радиоактивных веществ.

Медико-тактическая характеристика очагов химических аварий

Очаг химической аварии — территория, в пределах которой произошёл выброс (пролив, россыпь, утечка) АХОВ и в результате воздействия поражающих факторов произошли массовая гибель или поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также нанесён ущерб окружающей природной среде.

Химическая авария — непланируемый и неуправляемый выброс (пролив, россыпь, утечка) АХОВ, отрицательно воздействующего на человека и окружающую среду.

Аварии могут возникнуть в результате нарушений технологии производства на химическом предприятии, при нарушении техники безопасности на объектах хранения химических веществ или объектах уничтожения химического оружия. Массовые поражения при разрушении ХОО или применении химического оружия возможны также в ходе войны и вооружённого конфликта или в результате террористического акта.

В нашей стране в 58 % случаев причинами химических аварий становятся неисправности оборудования, в 38 % — ошибки операторов, в 6 % — ошибки при проектировании производств.

С организационной точки зрения с учётом масштабов последствий следует различать *аварии локальные* (частные и объектовые, происходящие наиболее часто) и *крупномасштабные* (от местных до трансрегиональных). При локальных авариях (утечка, пролив или россыпь токсичного вещества) глубина распространения зон загрязнения и поражения не выходит за пределы производственного помещения или территории объекта. В этом случае в зону поражения попадает, как правило, только персонал.

При крупномасштабных авариях зона поражения может далеко распространиться за пределы промышленной площадки. При этом возможно поражение населения не только близлежащего населённого пункта и персонала, но при неблагоприятных условиях и ряда более отдалённых населённых пунктов.

При оценке очагов химических аварий необходимо учитывать физико-химические свойства веществ, определяющие стойкость очага, степень опасности химического загрязнения и возможность вторичного поражения.

Наибольшую опасность представляют АХОВ в *газообразном и аэрозольном состояниях* (туман, дым, пыль, мелкие капли), так как в этих состояниях они способны проникать в необорудованные от их проникновения помещения.

Поражающие свойства АХОВ зависят от их *стойкости* и *быстроты* действия. Стойкие АХОВ способны поражать в течение длительного времени (часы, дни, недели), нестойкие — несколько минут, десятков минут. Быстродействующие АХОВ поражают в течение нескольких минут, десятков минут после начала контакта, период скрытого действия у них менее часа. Медленнодействующие АХОВ имеют период скрытого действия больше часа, после чего появляются признаки поражения, которые постепенно нарастают. В зоне заражения *стойким АХОВ* обязательными являются длительное использование химических и медицинских средств защиты людей, возможно быстрая эвакуация людей за пределы зоны заражения, проведение частичной специальной обработки в зоне заражения, полной специальной обработки по выходе из зоны заражения. В зонах заражения *нестойкими АХОВ* применение химических средств защиты необходимо только в течение первого часа. И только в местах застоя зараженного воздуха необходимо более длительное применение средств защиты. Исходы поражения быстродействующими АХОВ часто зависят от быстроты одевания средств химической защиты, качества проведенной специальной обработки, своевременности применения средств медицинской защиты и оказанной в очаге поражения медицинской помощи. За людьми, находившимися в зоне заражения медленнодействующими АХОВ без средств защиты, необходимо наблюдение в течение продолжительности максимального скрытого периода поражения, так как в этот период могут развиваться признаки поражения.

В зависимости от продолжительности загрязнения местности и быстроты действия токсического агента на организм очаги химических аварий, как и очаги применения химического оружия, подразделяют на четыре вида:

- нестойкий очаг поражения быстродействующими веществами (например, хлор, аммиак, бензол, гидразин, сероуглерод);

- стойкий очаг поражения быстродействующими веществами (уксусная и муравьиная кислоты, некоторые виды отравляющих веществ);
- нестойкий очаг поражения медленнодействующими веществами (фосген, метанол, тетраэтилсвинец и др.);
- стойкий очаг поражения медленнодействующими веществами (азотная кислота и оксиды азота, металлы, диоксины и др.).

При химической аварии определяют зону загрязнения и зону поражения.

- **Зона загрязнения** — территория, на которую распространилось токсичное вещество во время аварии.

- **Зона поражения** (часть зоны загрязнения) — территория, на которой возможны поражения людей и животных.

Известно, что при наиболее крупных авариях на химических производствах или хранилищах высокотоксичных веществ к основному поражающему фактору (химическому) зачастую могут присоединяться и другие (механические, термические, обусловленные разрушениями и пожарами), что приводит к возникновению комбинированных поражений. При взрывах и пожарах с выделением токсичных веществ у 60 % пострадавших следует ожидать отравления. По этой причине наряду с оказанием неотложной медицинской помощи при химических авариях необходимо также своевременное проведение санитарно-гигиенических мероприятий (использование технических средств индивидуальной и коллективной защиты персоналом аварийно-опасных производств, спасателями и медицинскими работниками выездных бригад, населением, своевременное проведение специальной обработки, эвакуационные мероприятия и т.п.), которые могут существенно снизить потери и тяжесть поражений, а иногда и предотвратить их.

Кроме того, для проведения химической разведки, индикации, специальной обработки и других мероприятий по защите наряду со службой медицины катастроф привлекают силы и средства различных министерств и ведомств (МЧС, Минобороны, Госсанэпидслужбы России и др.).

Помимо токсического действия химических веществ за счёт ингаляционного и перорального их поступления, могут возникать также специфические местные поражения кожи и слизистых оболочек. Степень тяжести таких поражений зависит от вида химического вещества, его количества, а также от сроков и качества проведения специальной обработки, наличия и использования средств защиты (в частности, противогазов).

При наличии противогазов потери резко снижаются. Если 50 % населения будут обеспечены противогазами, потери в очаге на открытой

местности составят около половины находившихся там людей. При полной обеспеченности противогазами потери могут составить 10—12 % (за счёт несвоевременного надевания или неисправности противогазов).

Химическая обстановка — условия, возникшие в результате аварий на предприятиях, производящих химические вещества, или в военное время при применении противником химического оружия (главным образом отравляющих веществ).

Своевременная медицинская помощь при химических авариях возможна лишь при следующих условиях:

- при заблаговременной подготовке соответствующих сил и средств на основе предварительно проведённой оценки аварийной опасности производств;
- при прогнозировании обстановки, складывающейся при авариях;
- при определении глубин и площадей возможного загрязнения, концентрации веществ с учётом динамики их изменения с течением времени и возможных санитарных потерь.

Для оценки химической обстановки силами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий ЧС (РСЧС), куда могут входить и представители службы медицины катастроф, необходимо располагать следующими данными:

- видом ОВ и временем аварии или его применением;
- районом аварии;
- скоростью направления ветра;
- температурой воздуха и почвы;
- степенью вертикальной устойчивости воздуха (инверсия, изотермия, конвекция);
- размером района аварии (условием выхода АОХВ во внешнюю среду, площадью загрязнения, глубиной и шириной распространения загрязнённого воздуха);
- количеством поражённых;
- стойкостью АОХВ во внешней среде;
- допустимым временем пребывания людей в средствах защиты;
- временем подхода загрязнённого воздуха, временем поражающего действия АОХВ;
- загрязнённостью систем водоснабжения, продуктов питания и др.

При прогнозировании химической обстановки определяют с достаточной степенью вероятности основные количественные показатели последствий химической аварии, проводят ориентировочные расчёты,

используемые при ликвидации аварии. В этом случае используют множество методик оценки химической обстановки.

Оперативное уточнение фактической обстановки при возникновении аварии позволяет своевременно внести необходимые коррективы в расчёты. Фактические данные химической разведки, получаемые при обследовании загрязнённой территории, используют при оценке химической обстановки.

Для оценки химической обстановки используют такие средства:

- карту (схему) с обозначенным на ней местом химического объекта и зоной распространения загрязнённого воздуха;
- расчётные таблицы, справочники, формулы;
- приборы химического контроля степени загрязнения внешней среды.

Обычно сразу после аварии служба медицины катастроф организует санитарно-химическую разведку. К ней привлекают специалистов: гигиениста, токсиколога и химика-аналитика. Высокая квалификация участников разведки, применение ими средств и методов экспресс-анализа и диагностики позволяют уточнить наличие и состав токсичных веществ на обследуемой территории, участки вероятного скопления химических веществ (подвалы, колодцы, плохо проветриваемые помещения и т.п.) и места возможного укрытия населения, определить величину и структуру потерь населения, условия медико-санитарного обеспечения.

Оценку степени загрязнённости окружающей среды проводят методами экспресс-анализа токсичных веществ на месте с помощью портативных приборов, переносных и подвижных лабораторий, а также путём отбора проб воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов и смывов с поверхности стен, полов, стёкол жилых зданий. Отобранные пробы доставляют в стационарную лабораторию для дальнейшего исследования, уточнения и подтверждения данных экспресс-анализа.

В выводах из оценки химической обстановки для принятия решения по организации медико-санитарного обеспечения должны быть следующие данные:

- количество поражённых;
- наиболее целесообразные действия персонала пострадавшего объекта и ликвидаторов аварии, а также населения, находящегося в загрязнённом районе;
- особенности организации медико-санитарного обеспечения в сложившейся обстановке;
- дополнительные меры защиты различных контингентов людей, оказавшихся в зоне аварии.

При этом для службы медицины катастроф необходимы следующие сведения: предельное время пребывания в загрязнённой зоне, вид средств индивидуальной защиты, степень их использования, способы дегазации и степень её эффективности, первоочередные лечебные мероприятия. При необходимости решают вопрос об эвакуации пострадавших.

Медико-тактическая характеристика транспортных и дорожно-транспортных чрезвычайных ситуаций

Дорожно-транспортное происшествие (ДТП) — событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения. Основные виды ДТП — наезд на пешеходов, столкновение и опрокидывание транспортных средств.

Повреждения при ДТП могут быть самыми различными. При одном и том же виде происшествия пострадавшие получают разные повреждения, а сходные травмы возникают при различных видах ДТП, но с разной частотой.

Сравнение видов повреждений указывает на то, что почти все пострадавшие, погибшие в ДТП, имеют ушибы, ссадины, кровоподтёки различных локализаций, большинство (87 %) — переломы различной локализации, а более 42 % — разрывы внутренних органов и раны.

Повреждения отдельных анатомо-функциональных областей у пострадавших в ДТП регистрируют со следующей частотой: голова — 91,5%, шея — 2,5 %, грудная клетка — 41,5 %, живот — 20,6 %, таз — 26,67 %, верхние конечности — 22,4 %, нижние конечности — 56,9 %.

Таким образом, большинство повреждений, полученных при ДТП, — сочетанные черепно-мозговые травмы.

При сочетанных травмах таза повреждения черепа регистрируют у 84,0% пострадавших, нижних конечностей — у 36,0 %, живота — у 32,4 %, верхних конечностей — у 16,0 %. При сочетанных травмах верхних конечностей повреждения головы диагностируют у 88,1 % пострадавших, шеи — у 21 %, грудной клетки — у 29,5 %, нижних конечностей — у 51,8 %. Частота травм живота и таза оказалась значительно большей у пешеходов — 18,3 и 25,0 %, чем у других участников ДТП — 2,3 и 10,1 % соответственно.

На долю раненых из числа пострадавших при железнодорожном происшествии приходится почти 50 %. Основное место в структуре санитарных потерь занимают механические травмы — до 90 %. Особенность механических повреждений при столкновении и сходах подвижного состава

— преимущественно ушибленные раны, закрытые переломы конечностей и закрытые черепно-мозговые травмы (до 50 %).

Наряду с этим более чем в 60 % случаев отмечают множественные и сочетанные травмы и случаи травм с синдромом длительного сдавления, возникающим при невозможности быстрого высвобождения поражённых из деформированных конструкций вагонов и локомотивов. Эти особенности железнодорожных травм наиболее чётко проявляются при крупномасштабных катастрофах.

При оказании медицинской помощи поражённым в железнодорожных катастрофах необходимо учитывать особенности очага поражения.

Врачебно-санитарные службы на железных дорогах разработали классификацию ЧС по медицинским и экологическим последствиям. Согласно этой классификации их подразделяют по виду подвижного состава на катастрофы с пассажирскими, грузовыми и одновременно пассажирскими и грузовыми поездами. По техническим последствиям их разделяют на крушения, аварии, особые случаи брака в работе.

По характеру происшествия катастрофы делят на столкновения, сходы, пожары, комбинированные катастрофы.

Отличительная особенность механических повреждений при столкновениях и сходах с железнодорожного полотна подвижного состава — преимущественно ушибленные раны мягких тканей, закрытые переломы костей и закрытые черепно-мозговые травмы с тяжёлыми сотрясениями головного мозга (до 50% случаев). Отмечают также высокий удельный вес множественных и сочетанных травм (более 60% случаев), а также травм с синдромом длительного сдавления при невозможности быстрого высвобождения поражённых из-под деформированных конструкций вагонов и локомотивов. При этом до 20% поражённых нуждаются в оказании экстренной медицинской помощи.

Вместе с тем, как показывает опыт ликвидации последствий железнодорожных аварий, с большой вероятностью можно считать, что легко поражённые составят 35—40%, лица с повреждениями средней и тяжёлой степени — 20—25%, с крайне тяжёлыми поражениями — 20%, с терминальными поражениями — 20%.

При катастрофах на железнодорожном транспорте могут возникать не только механические, но и чисто ожоговые травмы, а также комбинированные (механическая + термическая травма). Таким примером может служить железнодорожная катастрофа в Башкирии. Она произошла в июне 1989 г. в 100 км от Уфы, когда вследствие утечки газа из газопровода, проходившего около железнодорожного пути, произошёл взрыв гигантской

силы, в зоне которого оказалось два пассажирских поезда. В итоге этой трагедии пострадали 1224 человека, из них с лёгкой степенью поражения оказалось 3,0%, со средней степенью — 16,4%, с тяжёлой — 61,6 %, с крайне тяжёлой — 19,0%. Отличительной особенностью катастрофы было доминирование термических поражений — 97,4%, а 95,0% пассажиров имели ожоги открытых частей тела II—III степени. Ожоги кожи в сочетании с ожогами дыхательных путей были диагностированы у 33% поражённых. Комбинированные травмы были выявлены у 10,0%, и лишь 2,6% пострадавших имели различные виды травматических повреждений без ожогов. У каждого пятого обожжённого травма по обширности и глубине термических повреждений была не совместима с жизнью.

Авиационное происшествие — событие, связанное с эксплуатацией воздушного судна, произошедшее в период нахождения на его борту пассажиров или членов экипажа, вызвавшее травмы людей или не причинившее им телесных повреждений, а также повлекшее за собой повреждение или разрушение воздушного судна.

Авиационные происшествия могут быть лётными и наземными. В зависимости от последствий для пассажиров, экипажа и воздушного судна лётные и наземные авиационные происшествия подразделяют на поломки, аварии и катастрофы.

- **Поломка** — авиационное происшествие, за которым не последовала гибель членов экипажа и пассажиров, приведшее к повреждению воздушного судна, ремонт которого возможен и экономически целесообразен.

- **Авария** — авиационное происшествие, не повлекшее за собой гибель членов экипажа и пассажиров, однако приведшее к полному разрушению или тяжёлому повреждению воздушного судна, в результате которого восстановление его технически невозможно и экономически нецелесообразно.

- **Катастрофа** — авиационное происшествие, повлекшее гибель членов экипажа или пассажиров при разрушении или повреждении воздушного судна, а также смерть людей от полученных ранений, наступившую в течение 30 суток с момента происшествия.

Причинами **чрезвычайных ситуаций на воде** становятся морская стихия, поломка техники и ошибочные действия человека.

Достаточно отметить, что в результате морских катастроф ежегодно в мире погибают около 200 тыс. человек, из них 50 тыс. — непосредственно в воде после кораблекрушения, а 50 тыс. — на спасательных средствах в

условиях, не являющихся на самом деле чрезвычайными. Остальные гибнут вместе с потерпевшими бедствие судами и кораблями.

В качестве примеров массовой гибели людей можно привести следующие ЧС на водном транспорте.

- В 1954 г. у берегов Японии затонул японский паром «Тойя мару», погибли 1172 пассажира.

- В 1986 г. при столкновении сухогруза «Петр Васев» с пассажирским лайнером «Адмирал Нахимов» около Новороссийска погибли 423 пассажира.

В 1987 г. у берегов Бельгии опрокинулся и затонул британский паром «Геральд оф Фри Этерпрайз», погибли 209 человек, пропали без вести 164, спасены 349 пассажиров.

- В 1994 г. в Балтийском море затонул паром «Эстония», вследствие чего погибли более 1000 человек.

Осуществление организации помощи терпящим бедствие морским судам отличается сложностью розыска поражённых на воде и в воде, а также оказания им медицинской помощи.

Также возникают промышленно-транспортные катастрофы с массовыми санитарными и колоссальными материальными потерями.

- В 1917 г. в порту Галифакс (Канада) пароход «Монблан» столкнулся с пароходом «Имо». Вследствие этого столкновения «Монблан» взорвался, так как в его трюмах было 200 т тринитротолуола, 2300 т пикриновой кислоты, 35 т бензола, 10 т порохового хлопка. В результате трагедии погибли 1963 человек, более 2000 пропали без вести, город был практически уничтожен, 25 тыс. жителей остались без крова. Это был самый мощный взрыв в истории человечества до момента создания атомной бомбы.

- В 1942 г. на рейде Бомбея взорвалось английское грузовое судно «Форт-Стайкип» с 300 т тринитротолуола и 1395 т боеприпасов на борту. В результате возникших двух гигантских волн было разбито и повреждено 50 крупных судов, загорелось 12 судов, погибли 1500 и ранены более 3000 человек; практически сметены порт и часть города.

Чрезвычайная ситуация на воде характеризуется следующими особенностями:

- изолированностью людей, в том числе и поражённых;
- относительным недостатком сил и средств медицинской и психологической помощи;
- возможностью возникновения паники среди терпящих бедствие людей.

- При этом возможными видами поражений могут быть механические травмы, термические ожоги, острые химические отравления, переохлаждения в воде и утопления. Обычно последствия катастроф оценивают по количеству погибших, раненых и больных. Однако в число пострадавших входят также люди, перенёсшие тяжёлую психическую травму.

Перечисленные виды патологии определяют соответственные методы лечения и медико-психологической коррекции нарушений функционального и психического состояния поражённых.

Медико-тактическая характеристика чрезвычайных ситуаций при взрывах и пожарах

Характер последствий производственной аварии зависит от её вида и масштаба, особенностей предприятия и обстоятельств, при которых она произошла. Как правило, наиболее опасными следствиями крупных аварий становятся взрывы и пожары, в результате которых разрушаются или повреждаются производственные или жилые здания, техника и оборудование, гибнут и получают различные поражения люди.

Объекты, на которых производят, хранят, транспортируют взрывоопасные продукты, называют взрыво- и пожароопасными объектами. К ним относят также железнодорожный и трубопроводный транспорт.

Аварийные зоны могут охватывать большие территории. Так, например, зона объёмного взрыва при аварии на газопроводе в Башкирии (июнь 1989 г.) составила около 2 км, произошли разрушения 1 км железнодорожного пути, 2 км контактной сети, 30 опор, 2 пассажирских составов (37 вагонов), сгорел участок леса, погибли 871 и ранены 339 человек.

Взрывы на промышленных предприятиях обычно сопровождаются обрушениями и деформациями производственных помещений, транспортных линий, выходом из строя технологического оборудования, энергосистем и утечкой ядовитых веществ; при взрывах на атомных станциях — выбросом радиоактивных веществ в атмосферу и загрязнением ими больших территорий.

К взрыво- и пожароопасным веществам относят ряд топливных материалов, в основном углеводородов (например, ацетилен, бутан, метан, пропан, этан, этилен).

Пожары в зданиях и сооружениях характеризуются быстрым повышением температуры окружающей среды, задымлением помещений, распространением огня скрытыми путями.

Наибольшие трудности при организации тушения пожаров возникают на нефтеперерабатывающих и химических предприятиях со взрывоопасной технологией.

В результате самостоятельного или комбинированного воздействия поражающих факторов среди поражённых в ЧС на пожароопасных объектах возможны изолированные, комбинированные или сочетанные поражения: ранения различной локализации и характера, ожоги кожи и глаз, термические поражения и баротравма органов дыхания, травма органов желудочно-кишечного тракта, отравления продуктами горения и др.

Обычные средства поражения предназначены для уничтожения незащищенного населения (осколочные и кассетные боеприпасы), уничтожения промышленных и административных объектов, транспортных узлов и магистралей, предприятий энергетики, связи, газоснабжения (управляемые авиационные бомбы), разрушения прочных, заглубленных сооружений, бетонных покрытий, плотин и тоннелей (бетонобойные бомбы) и создания зон пожара (зажигательные бомбы). *Поражающие факторы:* осколки боеприпасов, обломки строительных конструкций, взрывная волна, высокая температура горения зажигательных смесей и пожаров. Возможно поступление пораженных с осколочными ранениями, контузией, сотрясением головного мозга, синдромом длительного сдавления. При применении зажигательных смесей и пожарах — с ожогами.

Бомбовые кассеты объемного (вакуумного) взрыва относят к обычным средствам поражения. При их взрыве вышибной заряд обеспечивает разброс специальной жидкости и образование газоздушного облака, способного «затекать» в углубления, щели сооружения. Газоздушное облако подрывается инициирующим устройством. Образуется ударная волна с избыточным давлением до 3 мПа, уничтожающая людей, технику и сооружения. В объеме, занятом газоздушным облаком, выжигается кислород. Поражения обусловлены ударной волной, высокой температурой, окислами углерода, острой гипоксией. Возможно поступление пострадавших с комбинированными поражениями: перелом, контузия, травма головы и внутренних органов, ожоги, отравление угарным газом.

Оружием массового поражения (ОМП) является ядерное, химическое и бактериологическое.

Ядерное оружие — это самое мощное оружие массового поражения. Средства доставки ядерных боеприпасов — ракеты, авиационные бомбы, артиллерийские снаряды. Ядерные боеприпасы могут применяться в виде ядерных фугасов.

В ядерном боеприпасе для ядерного взрыва используется ядерная нарастающая (лавинообразная) цепная реакция деления критической массы легко расщепляющихся при поглощении медленных нейтронов ядер урана-235 и плутония-239. Критическая масса делящегося вещества достигается путем увеличения его количества или плотности. При ядерном взрыве в течение короткого промежутка времени выделяется большое количество энергии, температура достигает десятков миллионов градусов, а давление — сотен тысяч атмосфер. При этой температуре и давлении может развиваться термоядерная реакция, при которой ядра легких элементов, приобретая кинетическую энергию, сближаются и объединяются в ядра более тяжелых элементов. При взрыве термоядерной (водородной) бомбы имеют место ядерные реакции деления - синтеза, ядерной реакции деления урана-235 или плутония-239, а затем термоядерной реакции синтеза ядер гелия из изотопов водорода (дейтерия, трития, лития). Реакция сопровождается выделением больших количеств энергии. В термоядерной реакции синтеза ядер гелия из изотопов водорода (дейтерия, трития, лития) образуются быстрые нейтроны, которые могут вызывать деление ядер урана-238. При взрыве комбинированного ядерного боеприпаса имеют место ядерные реакции деления - синтеза — деления, энергия ядерной реакции деления урана-235 или плутония-239, а затем термоядерной реакции синтеза ядер гелия из изотопов водорода (дейтерия, трития, лития) и реакции деления урана-238. Реакции происходят за доли секунды, сопровождаются выделением огромного количества энергии, образованием неразделившихся остатков и осколков деления ядерного боеприпаса, потоком нейтронов, гамма-излучением, световым излучением, ударной волной и электромагнитным импульсом. Радиоактивные осколки деления претерпевают дальнейшие превращения, сопровождающиеся бета- и гамма-излучением. В центре реакции температура повышается до десятков миллионов градусов, давление — до нескольких сотен тысяч атмосфер. В зоне реакции все химические связи разрушаются, все вещества превращаются в газ из нейтральных или ионизированных атомов, который после огненной вспышки образует быстро расширяющийся огненный шар. Давление газов, передающееся окружающей среде, в воздухе и воде образует ударную волну, в грунте — сейсмозрывную волну. Плотность газа в огненном шаре быстро снижается и становится значительно меньше плотности атмосферного воздуха, вследствие чего

огненный шар поднимается на высоту, на которой его плотность равна плотности окружающего воздуха. На пути подъема огненного шара создается область разряжения, в которую быстро движется более плотный воздух, образуя восходящий поток в виде ножки гриба. Восходящими потоками воздуха при низких воздушных, наземных, подземных и подводных взрывах захватывается грунт или вода. Огненный шар является источником интенсивного светового и теплового излучений, которые сопровождаются потерей значительного количества энергии. Температура огненного шара быстро снижается, и наступают конденсация содержащихся в нем паров и образование радиоактивного аэрозоля в виде шляпки гриба. В случаях, когда восходящие потоки («ножка гриба» ядерного взрыва), несущие грунт или воду, достигают радиоактивного аэрозоля («шляпка гриба» ядерного взрыва), образуется радиоактивное облако.

Поражающие факторы ядерного оружия - ударная волна при воздушных и наземных (надводных) взрывах, сейсмозрывная волна при подземных (подводных) взрывах, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности и электромагнитный импульс. Вторичные поражающие факторы — скоростной напор и метательное действие ударной волны, обвалы, завалы, пожары, вторичные очаги поражения аварийно химически опасными веществами при разрушении объектов экономики.

При воздушном и наземном ядерных взрывах возникает ядерный очаг поражения - территория разрушений, пожаров, радиоактивного загрязнения местности, массовые безвозвратные и санитарные потери. При воздушном ядерном взрыве — санитарные потери в пределах границ ядерного очага поражения. При наземном ядерном взрыве — и на территории следа радиоактивного облака.

При взрыве нейтронной бомбы и атомной бомбы с мощностью около 1 кт преимущественно будут радиационные поражения, обусловленные гамма-лучами (дальность пробега 800—1200 м) и нейтронами (дальность пробега до 2000 м). Ударная волна и световое излучение вызывают разрушения и поражения людей в радиусе 130 м. Нейтроны обладают значительно большей проникающей способностью по сравнению с гамма-излучением. Поэтому при взрыве нейтронной бомбы возможно поражение людей в простейших укрытиях и убежищах.

При взрыве ядерных боеприпасов мощностью 10—50 кт радиусы действия ударной волны, светового излучения и проникающей радиации почти совпадают. Преимущественно будут комбинированные радиационные поражения (острая лучевая болезнь, травма, ожог).

При взрыве термоядерных боеприпасов мощностью 50—100 кт преобладает поражающее действие ударной волны и светового излучения. Преимущественно будут комбинированные травматические поражения (травма и ожог).

При взрыве более мощных комбинированных боеприпасов преобладает световое излучение. Преимущественно будут термические поражения.

Ударная волна - это область высокого давления, образующаяся при резком сжатии воздуха (воды), распространяющаяся во все стороны от центра ядерного взрыва. Поражающее действие ударной волны зависит от избыточного давления на ее фронте, скоростного напора воздуха и времени действия избыточного давления. Находящиеся на открытой местности незащищенные люди при избыточном давлении во фронте ударной волны 120-140 кПа получают смертельные травмы, 50—120 кПа — тяжелые, 28—50 кПа — средней тяжести, 14—28 кПа — легкие. Поражающее действие ударной волны на лежащего человека меньше, чем на стоящего. Складки местности (овраги, холмы, ямы, лесные массивы, здания и т. п.) в 1,5—2 раза уменьшают дальность распространения и поражающее действие ударной волны. В большей мере поражающее действие ударной волны уменьшают окопы, щели, укрытия, убежища, подвалы с усиленными перекрытиями, подземные переходы и пути сообщения. Скорость распространения ударной волны зависит от давления воздуха в ее фронте и быстро снижается. При взрыве ядерного боеприпаса мощностью 20 кт ударная волна проходит 1 км за 2 с, 2 км за 5 с, 3 км за 8 с.

Поражения, вызываемые ударной волной: акустическая травма, баротравма, механическое повреждение различных частей тела и органов (контузии, сдавления и сотрясения мозга и другие травмы). Значительное число травм может быть причинено обломками зданий и сооружений, деревьев и метательным действием ударной волны. При обрушении зданий многие люди могут оказаться под завалами.

Световое излучение — это поток интенсивного светового и теплового излучения (лучистой энергии оптического диапазона и инфракрасного излучения) от огненного шара, излучающего в течение нескольких секунд. Световое излучение воздушного взрыва *втрое больше* наземного той же мощности. Радиус поражающего действия светового излучения значительно больше ударной волны. Интенсивность светового излучения уменьшается с увеличением расстояния от центра взрыва, при дожде, снегопаде, тумане, задымленности. Световое излучение поглощается, отражается преградами, частично может проникать через прозрачные преграды. Световое излучение повреждает, нагревает, расплавляет, обугливает, воспламеняет поверхности,

на которые оно попадает. Любая преграда, создающая тень, защищает от светового излучения и исключает ожоги. Надежно защищают от светового излучения сооружения закрытого типа, подвалы, погреба, подземные переходы, закрытые галереи и т. п. При попадании интенсивного светового излучения на легковоспламеняющиеся материалы (хранилища нефтепродуктов, газа, сухая растительность и древесина, бумага и т. п.) возникают пожары. Деревянные здания загораются в радиусе 15 км от огненного шара, автотранспорт и сухая растительность — 16 км, лес — 17 км. Возможно возникновение сплошных пожаров, захватывающих огромные участки территории. Ожоги и временное ослепление (истощение зрительного пурпура — родопсина) на удаленном расстоянии, ожог сетчатки и более длительное ослепление у человека на близком расстоянии и в ночное время (зрачок расширен). Световое излучение 2—5 кал/кв.см вызывает у людей ожог I степени, 5—10 кал/кв. см — ожог II степени, более 10 кал/кв. см — ожог III степени. При взрыве ядерных боеприпасов мощностью в 1 кт продолжительность свечения составляет 1 с, 10 кт - 2,2 с, 100 кт - 4,6 с, 1 Мт - 10 с. Ожоги могут быть не только на открытых участках тела, но и под одеждой из-за ее нагревания до высокой температуры или возгорания. Сильнее поражается та часть поверхности тела, которая была обращена в сторону взрыва.

Проникающая радиация — поток гамма-, нейтронного излучения. Нейтронное излучение образуется в процессе ядерных реакций. Гамма-излучение обусловлено радионуклидами в огненном шаре. Радиус поражающего действия гамма-излучения — до 1200 м, потока нейтронного излучения — до 2 км. Радиус поражающего действия проникающей радиации при воздушных взрывах 20 килотонной бомбы: до 800 м — 100 % смертность (доза до 100 Зв), до 1,2 км — 75 % смертность (доза до 10 Зв); до 2 км — лучевая болезнь I—II степеней тяжести (доза 0,5—2 Зв). При взрывах термоядерных мегатонных боеприпасов смертельные поражения могут быть в радиусе до 3—4 км из-за больших размеров огненного шара в момент взрыва, при этом большое значение приобретает нейтронный поток. Биологическое действие нейтронного излучения в несколько раз эффективнее и опаснее гамма-излучения.

Радиоактивное заражение местности при низких воздушных, наземных и подземных ядерных взрывах обусловлено продуктами ядерного взрыва. Это остатки ядерного горючего (уран-235, плутоний-239, уран-238 в комбинированных ядерных зарядах), продукты деления (несколько сотен радиоактивных изотопов 36 химических элементов, в том числе йода, цезия, стронция, нептуния и других с общей активностью в первую минуту от 8 х

10^{11} Ки на 20 кт тротилового эквивалента до 10^{15} Ки на мегатонную водородную бомбу) и наведенная активность на месте ядерного взрыва. До 20-го дня после ядерного взрыва уровень радиации преимущественно обусловлен $\text{La}140$, $\text{Ba}140$, $\text{Pr}143$, $\text{Cs}141$, $\text{I}131$ и др. До года — $\text{Pb}143$, $\text{Cs}141$, $\text{Nb}95$ и $\text{Zr}95$. В дальнейшем — $\text{Sr}90$ и $\text{Cs}137$. При взрывах термоядерных боеприпасов образуется радиоактивный углерод-14 с периодом полураспада 5730 лет. При термоядерном взрыве в 1 Мт образуется около 0,1 МКи стронция-90 и 0,18 МКи цезия-137. Наведенная активность обусловлена радиоактивными изотопами натрия, магния, кремния, фосфора и других химических элементов (источники гамма-, бета- излучения), образующимися вследствие захвата медленных нейтронов элементами почвы, воды, воздуха и другими материалами. Большая часть из них имеет период полураспада продолжительностью от нескольких минут до нескольких дней.

Различают четыре зоны радиоактивного загрязнения: умеренного (зона А), сильного (зона Б), опасного (зона В) и чрезвычайно опасного (зона Г).

На внешней границе зоны А через 1 час после взрыва мощность дозы излучения равна 8 Р/ч, через 10 часов — 0,5 Р/ч, через трое суток — 0,05 Р/ч, поглощенная доза за весь период полураспада — 0,4 Гр.

На внешней границе зоны Б через 1 час после взрыва мощность дозы излучения равна 80 Р/ч, через 10 часов — 5 Р/ч, через трое суток — 0,5 Р/ч, поглощенная доза за весь период полураспада - 4 Гр.

На внешней границе зоны В через 1 час после взрыва мощность дозы излучения равна 240 Р/ч, через 10 часов — 15 Р/ч, через трое суток — 1,5 Р/ч, поглощенная доза за весь период полураспада — 12 Гр.

На внешней границе зоны Г через 1 час после взрыва мощность дозы излучения равна 800 Р/ч, через 10 часов - 50 Р/ч, через трое суток — 5 Р/ч, поглощенная доза за весь период полураспада — 40 Гр.

При низком воздушном, наземном ядерном взрыве мощностью в 1 Мт в огненный шар, а затем в формирующееся радиоактивное облако попадает до 20 тысяч тонн грунта (воды), в котором частицы пыли и водяных паров адсорбируют радионуклиды. Объем радиоактивного облака при взрыве ядерного боеприпаса мощностью в 20 кт достигает 100 куб.км, при взрыве термоядерного боеприпаса мощностью в 1 Мт — 5000 куб.км.

При высоких воздушных ядерных взрывах (огненный шар не касается земли) 99 % радиоактивных веществ поступает в атмосферу и стратосферу. Радиоактивное загрязнение территории отсутствует или оно незначительное и кратковременное, обусловленное наведенной активностью. Наведенная активность является источником ионизирующего излучения в радиусе 1—2 км от эпицентра взрыва.

Большая часть продуктов ядерного взрыва является гамма-, бета-излучателями с периодами полураспада, исчисляемыми секундами, минутами, часами, днями, со средним периодом полураспада до 10 суток. Уровень радиации на загрязненной территории ядерного взрыва снижается быстро, особенно в первые часы и дни после взрыва, за счет распада короткоживущих изотопов. В первые сутки каждые 7 часов уровень радиации снижается в 10 раз. За год уровень радиации на территории, загрязненной продуктами ядерного взрыва, снижается в 20 000 раз.

При низких воздушных ядерных взрывах (огненный шар касается земли) и наземных взрывах в стратосферу попадает 20 % радиоактивных веществ, 80 % формирует радиоактивное облако. Радиоактивные вещества радиоактивного облака выпадают в районе взрыва и на следе движения радиоактивного облака, обуславливая радиоактивное загрязнение местности. Радиоактивное облако движется в направлении господствующего ветра. На основании метеоданных о направлении и скорости господствующего ветра расчетно-аналитические группы МЧС (ГО), МО прогнозируют время и опасность радиоактивного загрязнения местности. При подземных ядерных взрывах отсутствует световое излучение, но более интенсивно загрязнена продуктами ядерного взрыва (ПЯВ) местность в месте взрыва. При надводных ядерных взрывах 30 % радиоактивных веществ попадает в стратосферу, а 70 % формирует радиоактивное облако и выпадает в виде осадков в районе взрыва и на следе радиоактивного облака. Тяжелые частицы преимущественно выпадают на местность в районе взрыва, частично на следе радиоактивного облака. Выпадение мелких легких частиц и радиоактивных аэрозолей происходит с атмосферными осадками, а также при прилипанию частиц и аэрозолей к почве, предметам и осадению с частицами пыли, содержащимися в воздухе. В стратосфере радионуклиды могут находиться от нескольких месяцев до нескольких лет и распространяться на десятки тысяч километров от места взрыва. Распространение зависит от направления движения и перемешивания воздушных потоков, интенсивности солнечной радиации. Загрязненные радионуклидами пылинки, нагретые солнечными лучами, нагревают окружающий их воздух и вместе с ним поднимаются вверх. За время нахождения в стратосфере радионуклиды с небольшим периодом полураспада распадаются, и на поверхность земли выпадают радионуклиды с большим периодом полураспада, наиболее значимые из которых углерод-14 (период полураспада 5730 лет), стронций-90 (период полураспада 29,1 лет) и цезий-137 (период полураспада 30 лет). Это обусловлено тем, что гамма-, альфа-излучатели уран и плутоний имеют длительный период полураспада

(U-238 — 4,47 миллиарда лет, Ри-239 — 2,41 тысячи лет), а активность радиоактивных изотопов с коротким периодом полураспада быстро уменьшается. Наибольшее выпадение радионуклидов на землю отмечается весной и в начале лета.

Радионуклиды удерживаются, в основном, в верхнем слое почвы толщиной 5 см, и лишь незначительное их количество проникает в почву на глубину 15 и более см. В суглинистых, глинистых почвах и черноземе адсорбируется больше радионуклидов, чем в песчаных почвах, из-за большей емкости поглощения.

Вспахивание увеличивает глубину проникновения радионуклидов в почву. Ветер и осадки перемещают почву и содержащиеся в ней радионуклиды. Радиоактивные вещества могут смываться и накапливаться в пониженных местах, попадать в воду, перемещаться с частицами почвы при ветровой эрозии и т. п. В воздухе, воде и почве радиоактивные изотопы мигрируют так же, как и стабильные изотопы, и могут попадать в растительные и животные организмы. В воде открытых водоемов концентрация радиоактивных веществ снижается за счет разбавления, фиксации донным грунтом. Концентрация радиоактивных веществ в водоемах с илистым дном и дном из торфяных пород, на водных преградах выше, чем в водоемах с песчаным дном. В водоемах с дном из глинистых пород радиоактивные вещества содержатся, в основном, в поверхностном слое дна толщиной 15 см, а с дном из рыхлых торфяных пород — в слое дна толщиной до 1,5 м. Из воды радионуклиды поступают в гидробионты, рыбу, водоплавающую птицу и другие животные организмы. Морские гидробионты и рыбы могут накапливать большие количества радионуклидов, чем пресноводные. В результате хозяйственной деятельности человека, при разливах рек, через прибрежные растения, водных личинок насекомых, водоплавающую птицу возможна миграция радионуклидов из водоемов в прибрежную зону. Подземные воды мало подвержены загрязнению радиоактивными веществами. Содержание радионуклидов в воде напрямую зависит от содержания их в донном грунте. Радиоактивные вещества сорбируются земными породами, через которые они фильтруются. Глинистые породы обладают большей фиксирующей способностью, чем трещиноватые и песчаные. Скорость перемещения подземных вод от нескольких мм до 1—2 м в сутки. Распространение радиоактивных загрязнений в подземных водах ограничено. Во все части растения радиоактивные вещества поступают в течение несколько суток после выпадения радиоактивных осадков через наземные части и через корневую систему из почвы. Количество поступивших в растения радиоактивных веществ зависит от количества

радиоактивных изотопов в осадках и почве и их химического состава, растворимости, фиксирующих свойств почвы, способности растения накапливать радиоактивные вещества. Из воздуха в растения поступает радионуклидов в 20—200 раз больше, чем из почвы. Церий, рутений, цирконий, торий, плутоний преимущественно попадают в корневую систему растений; йод, стронций и цезий — во все части растения. Углерод-14 поступает в атмосферу, гидросферу, почву, а оттуда в растения. В многолетних и хвойных растениях содержание радионуклидов выше, так как многолетние растения могут накапливать радионуклиды, а смена хвои происходит реже, чем смена листьев у лиственных растений. Радиоактивные вещества в нерастворимых и малорастворимых соединениях не поступают или поступают в растения в незначительных количествах. Некоторые мхи (ягель), водоросли, растения (люпин) обладают способностью накапливать радиоактивные вещества. Интенсивность поступления радиоактивных веществ в растения можно уменьшить внесением в почву минеральных удобрений, содержащих стабильные химические элементы, аналогичные радиоактивным изотопам. Так, интенсивность накопления в растениях стронция-90 можно уменьшить обогащением почвы кальцием.

Облучение при ядерных взрывах бывает внешним и внутренним.

Внешнее облучение во время ядерной реакции обусловлено нейтронным потоком и гамма-излучением огненного шара, радиоактивного облака ядерного взрыва и гамма-, бета-излучением на загрязненной радиоактивными веществами территории. Вблизи центра (эпицентра) ядерного взрыва оно обусловлено наведенной активностью в грунте. После прохождения радиоактивного облака внешнее облучение обусловлено гамма- и бета-излучениями на загрязненной радиоактивными веществами территории. Наибольшая загрязненность отмечается на месте взрыва при низких воздушных, наземных и подземных атомных взрывах и в местах выпадения радиоактивных осадков. Радиоактивное облако может распространяться на расстояния в сотни и тысячи километров и загрязнять огромные территории.

Внутреннее облучение обусловлено продуктами ядерного взрыва, поступившими в организм человека с загрязненным воздухом, водой, через кожные покровы, слизистые и по пищевым цепочкам с пищей. Пищевые цепочки: воздух, почва, вода — растение — животные — молоко и мясные продукты — человек; вода — растения — гидробионты — зоопланктон — рыба — водоплавающая птица и другие животные, обитающие в воде, и их продукты — человек. Хорошо проникают в организм через желудочно-кишечный тракт йод, фосфор, стронций и цезий, плохо — церий, иттрий,

прометий и др. Стронций, иттрий и радий задерживаются в скелете, цезий — в мышцах, рутений – в почках, йод — в щитовидной железе. Альфа-частицы оказывают облучающее действие только при попадании внутрь организма. Радионуклиды оказывают повреждающее действие на органы и покровы тела в местах попадания и проникновения в организм. Поступая в кровь, участвуют в обмене веществ и распространяются по организму, накапливаясь в критических органах, облучают их. Степень повреждения критических органов зависит от дозы облучения и их радиочувствительности. Значительный вклад во внутреннее облучение растительных и животных организмов вносят йод-131, углерод-14, стронций-90, цезий-137, участвуя в обмене веществ. Йод-131 представляет опасность в течение первых двух месяцев после ядерного взрыва и аварии на АЭС, так как период полураспада йода-131 - 8,04 суток, за 20 периодов полураспада распадается практически весь радиоактивный йод. Длительную опасность представляет загрязнение поверхности почвы и растительности изотопами плутония, стронция, цезия и другими радионуклидами. С поверхности кожи и слизистых, через протоки сальных и потовых желез радионуклиды в течение нескольких часов могут попасть внутрь организма. Около 80 % РВ с кожи и слизистых может попасть в организм в течение первых двух часов. Попавшие в организм радионуклиды частично распадаются, частично выводятся из организма с физиологическими выделениями (кал, моча, пот, молоко). В связи с более интенсивными обменными процессами радионуклиды выводятся из организма новорожденных и детей быстрее, чем из организма взрослых.

При взрыве ядерных боеприпасов и радиационных авариях проводят радиационную разведку, дозиметрический и радиометрический контроль, дезактивацию и специальную обработку, контролируют облучение людей.

Дозы излучения оценивают по мощности экспозиционной дозы и величине поглощенной дозы. Экспозиционная доза, мощность экспозиционной дозы излучения и поглощенная доза измеряются.

Доза экспозиционная — доза квантового излучения, определяемая по ионизации воздуха в условиях электрического равновесия. Внесистемная единица измерения экспозиционной дозы — рентген (Р). Рентген — доза рентгеновского или гамма-излучения, создающая в 1 куб.см воздуха при 0 °С и давлении 760 мм ртутного столба 2,08 миллиарда пар ионов с поглощением 88 эрг энергии на 1 г воздуха. Производные рентгена — миллирентген (мР) и микрорентген (мкР). Международная единица экспозиционной дозы — кулон на килограмм (Кл/кг). $1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} (0,000258) \text{ Кл/кг}$. $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \times 10^3 \text{ Р}$. Мощность экспозиционной дозы — доза в единицу времени измеряется в Р/ч, мР/ч, мкР/ч, Кл/кг • сек.

Доза поглощенная - доза ионизирующего излучения, соответствующая количеству энергии, передаваемой веществу на единицу массы в данной точке. Внесистемная единица измерения поглощенной дозы — рад (радиационная адсорбированная доза), равный 100 эрг на 1 грамм вещества. Международная единица поглощенной дозы - грей (Гр) — джоуль на килограмм. 1 грей = 100 радам. Мощность дозы — доза за единицу времени. Мощность поглощенной дозы — дозы в единицу времени измеряется в радах в секунду (рад/с), греях в секунду (Гр/с).

Дозы облучения оценивают по величинам *эквивалентной и эффективной* доз. Они характеризуют опасность воздействия на все тело человека, отдельные его органы и ткани ионизирующих излучений. Доза эквивалентная рассчитывается путем умножения поглощенной дозы в органе или ткани на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения. Коэффициент показывает относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов. Для гамма- и бета-излучения коэффициент равен 1. Для нейтронов с энергией менее 10 кэВ - 5, от 10 кэВ до 100 кэВ - 10, от 100 кэВ до 2 МэВ - 20, от 2 МэВ до 20 МэВ - 10, более 20 МэВ - 5. Для альфа-частиц (альфа-излучение) — 20. Все эти значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения — испускаемому при ядерном превращении. Внесистемная единица измерения эквивалентной дозы - бэр. Бэр (биологический эквивалент рада) — поглощенная доза любого вида ионизирующего излучения, которая имеет такую же биологическую эффективность, как 1 рад гамма-излучения. Международная единица измерения эквивалентной дозы — зиверт (Зв). *Зиверт* — поглощенная доза любого вида ионизирующего излучения, которая имеет такую же биологическую эффективность, как 1 Гр гамма-излучения. 1 Зв = 100 бэрам. Производные зиверта — миллизиверт (мЗв), микрозиверт (мкЗв). Мощность эквивалентной дозы измеряется в единицах — бэр/сек, Зв/сек. Мощность эквивалентной дозы (Н) рассчитывают, умножая мощность экспозиционной дозы (Х) в Р/ч, мР/ч или мкР/ч на 0,9 (результат в бэр/ч, мбэр/ч, мкбэр/ч) или 0,009 (результат в Зв/ч, мЗв/ч, мкЗв/ч). Дозу определяем, умножая мощность дозы на время. *Эффективная доза* так же, как и эквивалентная доза, измеряется в зивертах (Зв), миллизивертах (мЗв), микрозивертах (мкЗв).

В военной радиологии эффективная доза при облучении всего тела человека ионизирующими излучениями в дозах, измеряемых десятками бэр, рассчитывается для определения вероятности развития острой лучевой болезни. Она равна сумме эквивалентной и остаточной доз с учетом восстановления организмом лучевого поражения. Период

полувосстановления у человека равен 28—30 дням. Дозу облучения, полученную в течение 4 дней, считают однократной дозой. Эффективная доза облучения за период более 4 суток является суммой полученной и остаточной доз. Поэтому пороговые дозы развития детерминированных эффектов при многократных облучениях и хроническом облучении выше, чем при однократном облучении.

Мероприятия защиты от проникающей радиации проводятся при угрозе применения противником ядерного оружия, при его применении и в зоне радиоактивного загрязнения.

Электромагнитный импульс — это кратковременные электрические и магнитные поля, возникающие во время ядерной реакции взрыва. Возникают вследствие концентрации в центре ядерной реакции положительных ионов, а отрицательные формируют поток быстрых электронов, разлетающихся радиально. Электромагнитные поля имеют спектр частот от единиц до сотен мегагерц и характеризуются напряженностью. Особенно опасны импульсы низких частот (10—15 мГц). Время действия электромагнитного импульса около **200 мс**. Электромагнитный импульс при воздушных ядерных взрывах распространяется на сотни километров в воздухе и по электропроводящим коммуникациям, при низких воздушных и наземных — на десятки километров. Электромагнитный импульс создает высокое напряжение в электропроводящих системах (кабели, провода, металлические трубы). Воздействие высокого напряжения и образующегося в электропроводящих системах тока нарушает изоляцию, расплавляет провода и предохранители, выжигает элементы микросхем, повреждает линии электроснабжения, трансформаторы, генераторы, реле, полупроводники, линейные системы связи и оповещения, вызывает ионизацию диэлектриков, создает помехи и нарушения радиосвязи. Может привести к воспламенению аппаратуры и пожару. Возможно поражение людей, контактирующих с электропроводящими системами, возникающим под воздействием электромагнитного импульса кратковременным током высокого напряжения и силы. Поражены могут быть люди, находящиеся в защитных сооружениях на безопасном расстоянии от места ядерного взрыва. Для защиты от электромагнитного импульса помещения, в которых располагается радиоэлектронная аппаратура, экранируют. Аппаратуру надежно заземляют. Применяют грозозащитные средства, разрядники, плавкие вставки и другие средства.

Химически опасный объект — это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические

вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды. Это предприятия химической, газовой, нефтеперерабатывающей промышленности, целлюлозно-бумажные комбинаты, металлургические предприятия; предприятия, на которых используются, хранятся и перерабатываются химические вещества; транспорт, особенно железнодорожный, на котором перевозят тысячи тонн опасных химических веществ, газопроводы и продуктопроводы с АХОВ.

Наиболее многочисленны предприятия, использующие хлор (очистные сооружения), аммиак (холодильники), серную кислоту.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) представляет собой опасное химическое вещество (сильнодействующее ядовитое вещество — СДЯВ), применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях. Важнейшим свойством АХОВ является токсичность, под которой понимается их ядовитость, характеризуемая смертельной, поражающей и пороговой концентрациями. Для более точной характеристики АХОВ используется понятие «токсодоза». *Токсодоза* характеризует количество токсичного вещества, поглощенного организмом за определенный интервал времени. АХОВ способны вызвать массовые поражения (отравления). Отравление проявляется в виде симптомокомплекса нарушения психического или физического здоровья. В организм АХОВ могут поступать с зараженным воздухом, водой и пищей, через кожу, раневую и ожоговую поверхность.

Химическое оружие — это оружие массового поражения. Боевые отравляющие вещества (БОВ или ОВ) - это АХОВ, которые по своим свойствам выбраны для использования в военных целях. Боевые отравляющие вещества и средства их доставки являются химическим оружием. Химическое оружие — оружие объемного и площадного действия, способно поражать всех людей без средств защиты на больших площадях, проникать в невентилируемые (без работающих фильтро-вентиляционных установок) и незагерметизированные помещения, убежища и укрытия. Для доставки ОВ используют химические авиационные бомбы, реактивные снаряды, фугасы, выливные авиационные приборы, дымовые шашки, ручные химические гранаты, генераторы аэрозолей на машинах. ОВ могут применяться в газообразном, парообразном, капельножидком и аэрозольном состоянии. *Аэрозоли* — это мелкие твердые или жидкие частицы,

взвешенные в газовой среде (воздухе). Аэрозоли из капелек жидкости называют *туманами*, из твердых частиц — *дымами*. В капельножидком состоянии вес капель ОВ несколько миллиграммов. Воздух, содержащий ОВ, является зараженным. В твердом состоянии ОВ находится при температуре ниже температуры его плавления. Стойкость ОВ зависит от температуры кипения, чем ниже температура кипения, тем выше концентрация ОВ в воздухе, но короче период заражения воздуха. Газы, пары, туманы и дымы ОВ частично поглощаются (сорбируются) кожными покровами тела и тканями одежды, обуви и т. п., а затем могут поступать в воздух. ОВ обладают высокой химической активностью, легко вступают в реакции гидролиза или окисления, что используют для дегазации. *Стойкость* ОВ — время, в течение которого ОВ может оказывать поражающее действие. Зависит от физико-химических свойств ОВ, метеорологических условий, характера и рельефа местности, способа применения. Нестойкие ОВ быстро переходят в парообразное состояние и рассеиваются в воздухе, поражают от нескольких минут до часа, в местах застоя более длительное время. Стойкие ОВ медленно испаряются и поражают несколько часов, дней.

Токсичность — способность вызвать развитие симптомокомплекса нарушения психического или физического здоровья. Зависит от химических свойств ОВ, концентрации газа, пара, тумана, дыма ОВ и времени поражения, характеризуется количеством ОВ, поглощенного организмом за определенный интервал времени (токсодоза).

Объемная концентрация — отношение объема паров ОВ к объему зараженного ими воздуха. Весовая концентрация — вес ОВ в единице объема зараженного воздуха. Пороговая концентрация ОВ — токсодоза, при которой появляются определяемые признаки поражения. Поражающие концентрации — токсодоза, при воздействии которой развиваются выраженные признаки поражения. Смертельные концентрации ОВ — LD-50 (погибает 50 % пораженных), LD-100 (погибает 100 % пораженных). По характеру и исходу поражения различают ОВ смертельного действия (нервно-паралитического, кожно-нарывного, удушающего, общеядовитого), временно выводящие из нормального состояния (психотомиметического действия), раздражающего действия. Плотность заражения — количество ОВ в граммах, миллиграммах на единице поверхности (кв.м местности, кв.см тела). По скорости развития клинической картины поражения различают ОВ быстрого и замедленного действия. При воздействии ОВ замедленного действия признаки поражения появляются после скрытого периода от нескольких часов до суток, в это время патологический процесс протекает без видимых клинических проявлений. При воздействии ОВ быстрого действия признаки поражения

появляются в момент контакта или в течение нескольких секунд, минут. ОВ могут поражать при воздействии на органы дыхания, слизистые (глаза), кожу, при употреблении зараженных пищевых продуктов и воды, попадании на раневую и ожоговую поверхность. При воздействии ОВ возможны массовые поражения (отравления) незащищенных людей.

При применении ОВ образуется *очаг химического заражения*. Это территория, на которой концентрация ОВ может вызвать поражение людей. Очаг химического заражения состоит из зоны непосредственного заражения и зоны распространения облака зараженного воздуха, содержащего ОВ в поражающих концентрациях. При применении химических боеприпасов или распылении ОВ генераторами аэрозолей образуется первичное облако ОВ. Часть первичного облака ОВ оседает на землю и объекты в капельножидком состоянии, а затем испаряется, образуя вторичное облако ОВ. Первичное и вторичное облако могут распространяться ветром на расстояния в десятки километров. При наличии в зоне химического заражения населения или войск возникает очаг химического поражения. Размеры очага химического поражения зависят от токсичности, стойкости, количества, способа применения, плотности заражения ОВ, метеорологических условий (температуры внешней среды, скорости ветра, вертикальной устойчивости атмосферы, наличия или отсутствия осадков), рельефа местности и характера застройки. Возможно создание очагов химического поражения в десятки и сотни квадратных километров.

Типы очагов химического оружия: стойкий очаг быстрого действия; стойкий очаг замедленного действия; нестойкий очаг быстрого действия; нестойкий очаг замедленного действия. Поражение ОВ одновременно с ранением называют микстным. В очаге химического поражения осуществляют защиту от химического оружия.

При катастрофах возможны *эпидемии* (массовые инфекционные заболевания) среди населения. Развитие эпидемий может быть связано с ухудшением условий размещения (скученностью, плохим микроклиматом), употреблением недоброкачественной воды и пищи, загрязнением территории отбросами, трупами, канализационными стоками и т. п.; повышением восприимчивости людей к инфекции из-за психической травмы, ухудшения питания, облучения и других причин, снижающих сопротивляемость организма к заболеванию; миграцией населения; нарушением работы санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и санитарно-ветеринарных учреждений, поздней изоляции инфекционных больных, трудностей в проведении противоэпидемических и противоэпизоотических мероприятий.

Причиной возникновения массовых инфекционных заболеваний может быть случайное рассеивание бактериальных средств в авариях на предприятиях биологической промышленности и в специализированных биологических научно-исследовательских и противочумных учреждениях. Возможно также для достижения террористических и военных целей умышленное использование бактериальных средств.

Для профилактики возникновения инфекционных заболеваний, локализации и ликвидации эпидемических очагов ведут бактериологическую и санитарно-эпидемиологическую разведку, проводят противоэпидемические мероприятия, в том числе экстренную общую и специфическую профилактику, специальную обработку, дезинфекционные и режимно-ограничительные мероприятия, ведут санитарно-разъяснительную работу среди населения.

Бактериологическое (биологическое оружие) может применяться для массового поражения людей, животных, растений. Биологическое оружие — это бактериальные средства (БС) и технические средства их применения. Бактериальные средства: бактерии, вирусы, риккетсии, патогенные микозы, бактериальные яды (токсины), зараженные насекомые и животные (грызуны — мыши, крысы). Технические средства: самолеты, бомбы, ракеты, снаряды, воздушные шары, механические генераторы аэрозолей, распылительные устройства и др. После применения бактериологического оружия может возникнуть очаг бактериологического поражения — территория, на которой возникли массовые заболевания людей и животных.

Бактериальные средства делят на группы.

1. Возбудители инфекционных заболеваний людей: холеры, натуральной оспы, сыпного тифа, брюшного тифа и паратифов, желтой лихорадки, лихорадки цуцугамуши, лихорадки денге, гриппа, полиомиелита, пятнистой лихорадки Скалистых гор и др.

2. Возбудители инфекционных заболеваний людей и животных: чумы, туляремии, сибирской язвы, сапа, бруцеллеза, ящура, мелиоидоза, Ку-лихорадки, орнитоза и др.

3. Возбудители инфекционных заболеваний животных: чумы крупного рогатого скота, чумы свиней, геморрагической септицемии крупного рогатого скота, микотоксикозов и др.

4. Бактериальные токсины: токсин ботулинуса.

5. Фитобактериальные средства: ржавчина злаковых культур, фитофтороз картофеля, перикутляриоз риса, болезни сахарного тростника и др.

Методами генной инженерии могут быть созданы и другие опасные БС.

Наибольшую опасность представляют холера, чума, натуральная оспа.

Бактериальное средство может быть применено путем заражения приземных слоев атмосферы и территории распылением бактериальных аэрозолей. Возможно заражение площадей в десятки и сотни квадратных километров. Диверсионным путем могут быть заражены места массового скопления людей, продовольственные базы и склады, источники водоснабжения, предприятия пищевой промышленности и объекты общественного питания, животноводческие хозяйства.

Установить факт применения БС можно по внешним признакам. Это появление туманообразного облака на следе низколетящего самолета, обнаружение скоплений возможных переносчиков инфекционных заболеваний (мух, блох, вшей, клещей, грызунов и др.), обнаружение осколков специальных бомб, контейнеров и т. п. Заподозрить факт применения БС можно также при неожиданном массовом инфекционном заболевании людей и животных.

Бактериальные аэрозоли представляют особую опасность. Они могут переноситься ветром на огромные расстояния. Проникать в незагерметизированные и не оборудованные фильтро-вентиляционными установками убежища и укрытия. Заражать через органы дыхания, кожу, слизистые, раны, зараженные продукты и воду. Вызывать заболевания при попадании небольших количеств возбудителя в организм. Поражение легких может развиваться при попадании в легкие 2—3 чумных палочек (легочная чума), 10 туляремийных палочек, 10 000 сибиреязвенных бацилл. 1 мл суспензии может содержать до 1 миллиарда микроорганизмов. Споробразующие микроорганизмы и возбудители микозов могут заражать в течение нескольких часов пребывания во внешней среде. Наиболее стойкие очаги бактериологического поражения возникают при применении зараженных переносчиков инфекционных заболеваний. Возможно заражение нетипичным для данного возбудителя путем. Сыпным тифом можно заболеть при вдыхании содержащего риккетсии Провацека аэрозоля. Возбудители инфекционных заболеваний высококонтагиозны — от больного могут заражаться здоровые. Возможны вспышки и эпидемии инфекционных заболеваний. Индикация БС сложна и требует в некоторых случаях продолжительного времени. БС не разрушают объекты и не уничтожают материальные средства. БС могут применяться совместно с другим оружием массового поражения.

В очагах бактериологического поражения необходимо вести бактериологическую и санитарно-эпидемиологическую разведку, осуществлять защиту от бактериологического оружия и проводить противоэпидемические мероприятия.

Медико-тактическая характеристика очагов поражения при землетрясениях

Землетрясение — особое явление природы, проявляющееся в виде подземных толчков, ударов и колебаний земли, вызванное естественными процессами, происходящими в земной коре.

В структуре классификации катастроф землетрясения бывают тектонические, вулканические, обвальные и в виде моретрясений. Они обычно охватывают обширные территории. Количество толчков и промежутки времени между ними могут быть самыми различными. Ежегодно на планете происходит около 100 тыс. тектонических землетрясений, из них люди ощущают около 10 тыс., а около 100 имеют катастрофический характер.

Разрушающее действие землетрясения схоже с действием ударной волны ядерного взрыва. Участок земли, из которого исходят волны, называют центром, а точку, расположенную над ним на поверхности земли, — эпицентром землетрясения.

Среди стихийных бедствий землетрясения занимают ведущее место по тяжести медико-санитарных последствий. Такая оценка определяется значительной их частотой, массовыми потерями среди населения. Так, в XX веке на земном шаре в результате землетрясений погибли более 1,5 млн человек, а причиненный ущерб оценен в 10 трлн долларов.

В этот период произошли следующие наиболее сильные землетрясения:

- в Японии 1 сентября 1923 г. на острове Хонсю, где в течение нескольких секунд погибли и пропали без вести 143 тыс. человек;
- в Китае 28 июля 1976 г. близ г. Таншан, где 98 % жилых и 90 % промышленных зданий было разрушено, 242 тыс. человек погибли, 773 тыс. человек получили тяжёлые травмы;
- в Армении 7 декабря 1988 г. землетрясением было охвачено 40 % территории с населением около миллиона человек. Пострадали 21 город (особенно Спитак, Ленинакан, Кировакан, Степанаван), 342 села, из которых 58 полностью разрушено. Погибли более 25 тыс. и ранены 32,5 тыс. человек.

Основные активные сейсмические районы — Северный Кавказ, Прибайкалье, Приморье, Сахалин, Камчатка и Курильские острова, где расположено более 100 городов и населённых пунктов, в которых проживают более 20 млн россиян.

В целом около 20 % территории Российской Федерации подвержено сейсмическому воздействию интенсивностью более 7 баллов и более 5 % занимают чрезвычайно опасные 8—9-балльные зоны.

Как видно, при землетрясениях, как правило, возникают массовые санитарные потери. Большинство поражённых получают различные травматические повреждения, часто закрытые и сочетанные. Не исключена возможность комбинированных поражений, полученных в результате одновременного разрушения зданий, возникновения пожаров, повреждения химически опасных и взрывоопасных объектов, аварий на других предприятиях. Население остаётся без жилищ, так как большинство зданий разрушается, а пребывание в сохранившихся зданиях опасно из-за повторных подземных толчков. Повреждаются медицинские учреждения, водопроводные и канализационные системы, отключается электроэнергия. Отсутствие элементарных санитарно-гигиенических условий приводит к опасности возникновения различных инфекционных заболеваний, эпидемий.

Величина санитарных потерь при землетрясениях зависит от силы и площади стихийного бедствия, плотности населения в районе землетрясения, степени разрушения зданий, внезапности и ряда других факторов. Наиболее часто при землетрясениях страдают конечности. Почти у 50 % поражённых были диагностированы повреждения костей. Большой удельный вес занимали ушибы мягких тканей и множественные травмы различной локализации.

Кроме травм, полученных в результате обвалов, обрушения стен и крыш зданий (10 %), от падающих конструкций, обломков зданий (35 %), в 55 % случаев травмы были получены по причине неправильного поведения самих поражённых, необоснованных действий, обусловленных страхом и паникой.

С позиций структуры потерь при землетрясениях характерны большие колебания и разбросы. До 40 % всех тяжело поражённых могут погибнуть под завалами в течение первых 6 ч, 60 % — в первые сутки, практически все — в течение 3 сут. На 4-е сутки начинают погибать пострадавшие с травмами средней и лёгкой степени тяжести, 95 % из них умирают на 5—6-е сут.

У поражённых с лёгкими и средней тяжести травмами, оказавшихся под завалами, смерть наступает в большинстве случаев в результате обезвоживания организма и переохлаждения.

При землетрясении у поражённых нередко (от 3,8 до 29 % случаев) развивается синдром длительного раздавливания (краш-синдром).

У большого количества людей возникали различные психические расстройства. Так, острые реактивные состояния в г. Скопле (1963) были отмечены почти у половины населения. У 20 % жителей эти реакции длились до 2—3 ч, у 70 % — от 2—3 ч до 1—5 сут, у 5 % — от 4сут до нескольких месяцев.

Значительная часть населения нуждается в седативных и других успокаивающих средствах, а также в медицинской помощи в связи с другими заболеваниями (например, сердечная недостаточность, стенокардия, инфаркт миокарда, гипертонический криз и т.п.).

Медико-тактическая обстановка осложняется ещё и тем, что выходят из строя лечебно-профилактические учреждения и есть потери среди медицинского персонала. Так, при землетрясении в Ташкенте из 140 медицинских учреждений 118 получили повреждения, при этом 21 полностью вышли из строя. Из 51 амбулаторно-поликлинического учреждения города 37 полностью или частично прекратили работу в своих зданиях. При землетрясении в Армении полностью было разрушено 250 медицинских учреждений, из 36 больниц полностью разрушено 24 и частично 8; в аварийном состоянии находилось 97 поликлиник. Потери медицинского персонала в некоторых разрушенных городах составили около 70 %.

Если землетрясение охватывает город, то в таком случае могут разрушаться ёмкости с аварийно-опасными химическими веществами, возникать вторичные очаги химического загрязнения. В такой ситуации очень вероятны массовые отравления, например аммиаком, хлором, оксидами азота и другими агрессивными веществами.

При подводных и прибрежных землетрясениях в результате сдвигов вверх и вниз участков морского дна возникают морские волны — цунами. Скорость их распространения составляет от 30 до 100 км/ч, высота в области возникновения — до 5 м, а у побережья — от 10 до 50 м и более. Цунами производят опустошительные разрушения на суше, сопровождающиеся разрушением населённых пунктов и массовыми людскими потерями.

Значительная часть поражённых находятся под завалами. Это обстоятельство, с одной стороны, приводит к некоторому рассредоточению потока поражённых и уменьшению потребности в медицинских силах и средствах, а с другой — определяет большую срочность в оказании медицинской помощи после извлечения поражённых из-под завалов. Вместе с тем сразу после землетрясения за медицинской помощью обращается значительная по численности группа поражённых.

Известно, что если спасатели войдут в зону землетрясения в течение первых 3 ч, они могут спасти от гибели 90 % оставшихся в живых, через 6 ч количество спасённых может составлять 50 %. В дальнейшем шансы на спасение уменьшаются, и через 10 дней проводить спасательные работы нет смысла. Землетрясение в Армении произошло 7 декабря 1988 г. Первые группы спасателей смогли добраться в зону бедствия лишь вечером 10 декабря. До этого спасательные работы проводили только воинские подразделения и милиция, а плановая работа спасателей началась утром 12 декабря.

Вместе с тем обстановка в очаге землетрясения может привести к потерям среди спасателей, в том числе и медицинских работников. Следует отметить, что работать в зоне катастрофы без проведения комплекса соответствующих защитных мероприятий долгое время нельзя. Люди не выдерживают длительного психического напряжения. По опыту работы спасателей в г. Спитаке известно, что уже через 2 суток у спасателей нарушался сон: многие видели одинаковые сновидения — падающие дома, рыдающих женщин, горы трупов. Очевидно, что таким спасателям тоже необходима не только медицинская и психологическая помощь, но и медико-психологическая коррекция нарушенных функциональных состояний.

Медико-тактическая характеристика районов наводнения и других стихийных бедствий

Наводнение — значительное затопление местности водой в результате подъёма её уровня в реке, озере или на море, а также образование временных водотоков. Наводнение носит временный характер.

Паводок — быстрое, но сравнительно кратковременное поднятие уровня воды в реке, вызываемое сильными дождями, интенсивным таянием снежного покрова и ледников или появлением заторов в бассейне реки, что затрудняет её течение.

Наводнение может возникать под воздействием нагонного ветра на морских побережьях и в устьях рек, впадающих в море.

Цунами — наводнение, вызываемое подводными землетрясениями, извержениями подводных или островных вулканов и другими тектоническими процессами.

Среди опасных гидрологических явлений и процессов в России наводнения по частоте, площади распространения и суммарному среднегодовому ущербу занимают первое место. По количеству чело-

веческих жертв и ущерба, приходящемуся на единицу площади поражения, они занимают второе место после землетрясений.

Самыми крупными по катастрофическим последствиям паводками за последние 100 лет были разливы рек в Китае (провинция Хэнань, 1887), когда количество жертв превысило 900 тыс. человек, и разлив реки Янцзы (1911), в результате которого погибли около 100 тыс. человек.

Мощные снеговые и дождевые паводки возникают на крупных реках России практически ежегодно. Катастрофические паводки в бассейнах рек Дальнего Востока (Амур, Зея, Бурея и др.) повторяются приблизительно 1 раз в 7 лет. По данным МЧС России, на территории нашей страны существует угроза наводнений почти для 746 городов и нескольких тысяч населённых пунктов.

Часто наводнения происходят от ветрового нагона воды, по последствиям их сравнивают с крупнейшими паводковыми наводнениями и цунами. Ветровые нагоны воды происходят нередко на больших озерах и водохранилищах, а также в устьях крупных рек, впадающих в море. На величину нагонного уровня воды оказывают влияние скорость, направление и длина разгона ветра, средняя глубина, площадь водоёма, его конфигурация и др. В тех случаях, когда в результате ветрового нагона образуется высокий уровень воды, возможно затопление прилегающей территории. Подобное явление произошло в 1970 г. на побережье Бенгальского залива, когда нагонная волна превысила 10 м, при этом погибли более 500 тыс. чел. В Санкт-Петербурге в 1824, 1924 и 1955 гг. максимальный уровень воды достигал 2—4 м, а в 1952 г. на Каспийском море в районе Махачкалы и Каспийска под действием нагона уровень воды поднимался до 4,5 м.

Возможные разрушения плотин, гидроузлов, оградительных дамб и других гидротехнических объектов также могут создавать угрозу затопления в результате аварий, стихийных бедствий и террористических актов.

Наряду с поражающими факторами, характерными для других наводнений (утопление, механические травмы, переохлаждение), при авариях на гидродинамически опасных объектах на людей действуют факторы, обусловленные кинетической энергией волны прорыва. Механические повреждения различной тяжести могут быть следствием непосредственного динамического воздействия на поражённого волны прорыва, травмирующего действия обломков зданий, сооружений, разрушаемых волной прорыва и повреждающего действия различных предметов, вовлекаемых в движение волной прорыва.

Структура и величина потерь среди населения при наводнениях могут изменяться в зависимости от плотности населения, проживающего в зоне

затопления, своевременности оповещения, расстояния населённого пункта от места начала наводнения, времени суток, скорости движения и высоты волны прорыва, температуры воды и окружающего воздуха и других факторов. При авариях на подобных объектах общие потери населения, находящегося в зоне действия волны прорыва, могут составить ночью 90 %, а днём — 60 %, при этом из числа общих потерь безвозвратные потери могут составлять ночью — 75 %, днём — 40 %.

Природные явления, связанные с наводнением или затоплением населённых пунктов на значительных территориях, определяют специфику деятельности здравоохранения, в том числе службы медицины катастроф.

Для организации медицинского обеспечения населения при наводнениях необходимо знать следующие факты:

- масштаб территории затопления;
- количество пострадавшего населения, оказавшегося без крова, продуктов питания и питьевой воды;
- количество лиц, подвергшихся отрицательному воздействию холодной воды, ветра и других метеорологических факторов.

По масштабам и наносимому ущербу наводнения подразделяют на четыре группы.

- **Низкие наводнения.** Возникают на равнинных реках с частотой 1 раз в 5—10 лет. Характеризуются сравнительно небольшой площадью затопления, незначительным материальным ущербом и, как правило, не несут угрозы жизни и здоровью людей.
- **Высокие наводнения.** Возникают 1 раз в 20—25 лет. Сопровождаются затоплением значительных участков речных долин, наносят ощутимый материальный ущерб и, как правило, сопровождаются угрозой для жизни и здоровья людей. Это обуславливает необходимость частичной эвакуации населения.
- **Выдающиеся наводнения.** Возникают 1 раз в 50—100 лет. Приводят к затоплению целых речных бассейнов, включая населённые пункты. Подобные наводнения сопровождаются угрозой массовых потерь среди местного населения, поэтому приводят к необходимости эвакуации значительной его части.
- **Катастрофические наводнения.** Возникают не чаще 1 раза в 100—200 лет. Вызывают затопление огромных площадей, полностью парализуют хозяйственную и производственную деятельность, наносят значительный материальный ущерб и, как правило, сопровождаются большими потерями среди местного населения.

При внезапном затоплении общие санитарные потери могут составлять в среднем 20—35 % в зависимости от продолжительности пребывания пострадавших в воде.

Из группы метеорологических и агрометеорологических явлений природного происхождения крайне опасные стихийные бедствия — **бури (штормы), ураганы (тайфуны), смерчи (торнадо), циклоны**, представляющие собой чрезвычайно быстрое и сильное, нередко катастрофическое движение воздуха, вызывающее разрушение зданий, гибель людей и животных.

По скорости ветра различают такие виды:

- слабый ветер — до 5 м/с;
- бурю (шторм) — 18—29 м/с;
- ураган (тайфун) — свыше 29 м/с, иногда доходящий до 120—210 м/с.

Буря — очень сильный и продолжительный ветер, имеющий скорость 18—29 м/с. Он вызывает большие разрушения на суше и волнение на море (шторм). В зависимости от времени года и вовлечения в поток воздуха различных частиц различают **пыльные, беспыльные, снежные и шквальные бури**.

Ураган — вихрь с огромной скоростью движения воздушных масс и низким атмосферным давлением воздуха в центральной части. Скорость движения воздуха может превышать 120 м/с на территории диаметром 500—1000 км и высотой до 10—12 км. Наиболее часто ураганы возникают в регионах с тропическим климатом, где они имеют и наибольшую разрушительную силу. Мощные ураганы по разрушительной силе в части случаев могут быть приравнены к землетрясениям. В России наиболее вероятный регион возникновения ураганов — тихоокеанское побережье.

Циклон — гигантский атмосферный вихрь, в котором давление убывает к центру, воздушные потоки циркулируют вокруг центра против часовой (в Северном полушарии) или по часовой стрелке (в Южном полушарии).

Смерч — наиболее разрушительное атмосферное явление. Представляет собой огромный вихрь с вертикально направленной осью вращения, напоминающий по форме воронку с вытянутым кверху «хоботом». Воздух в смерче вращается со скоростью нескольких десятков метров в секунду, поднимаясь одновременно по спирали на высоту до 800—1500 м. Смерч проходит 40—60 км, перемещаясь вместе с облаком, сопровождается грозой, ливнем, градом, способен произвести большие разрушения.

Среди других стихийных бедствий наиболее опасны **селевые потоки, оползни, снежные лавины и пожары**.

Сель — внезапно формирующийся в руслах горных рек временный грязевой и грязекаменный поток с высоким содержанием (до 75 %) горных пород, возникающий в результате интенсивных и продолжительных ливневых дождей, бурного таяния ледников или сезонного снежного покрова и других явлений. Селевые потоки обладают большой разрушительной силой. В зоне транзита и остановки сель способен произвести большие разрушения или завалить сооружения селевой массой, толщина отложений которой может достигать нескольких метров. Так, в 1921 г. средняя часть г. Алма-Аты была снесена или завалена селевыми массами грязекаменного потока, продвигавшегося по реке Большая Алмаатинка.

Территория России отличается разнообразием условий и форм проявления селевой активности. Все селеопасные горные районы разделяют на две зоны — тёплую и холодную.

В тёплую зону входят умеренный и субтропический климатические пояса, в пределах которых сели образуются в виде водокаменных и грязекаменных потоков (происхождение большей части из них — ливневое).

- Холодная зона охватывает селеопасные районы Субарктики и Арктики. Здесь в условиях дефицита тепла и вечной мерзлоты преимущественно распространены водоснежные селевые потоки.

Особенно активно селевые потоки формируются на Северном Кавказе. Вследствие негативной роли антропогенного фактора (уничтожение растительности, выработка карьеров и др.) начали развиваться селевые явления и на Черноморском побережье Северного Кавказа (район Новороссийска, участок Джубга—Туапсе—Сочи).

По механизму образования и действия к селю близки **оползни** и **снежные лавины**, чаще всего представляющие собой движущиеся с большой скоростью вниз по склону горные породы или снежные массы.

Оползень — скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести. Возникает, как правило, вследствие подмыва склона, переувлажнения, сейсмических толчков и других факторов.

Снежные лавины возникают в результате накапливания снега на горных вершинах при обильных снегопадах, сильных метелях при резком понижении температуры воздуха. Лавины могут сходить и при образовании глубинной изморози, когда в толще снега возникает рыхлый слой (снег-пльвун).

Сход снежных лавин ежегодно происходит в горных районах Северного Кавказа, Сахалина, Камчатки, Магаданской области, в Хибинах, на Урале.

Сход катастрофических снежных лавин в мире происходит в среднем не реже 1 раза в 2 года, а в отдельных горных районах — не реже 1 раза в 10—12 лет.

Пожары — неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для здоровья и жизни людей.

Пожар характеризуется выделением большого количества тепла и интенсивным газовым обменом продуктов сгорания. Пространство, охваченное пожаром, условно разделяют на зоны активного горения, теплового воздействия и задымления. В зоне теплового воздействия пожара температура смеси воздуха и газообразных продуктов сгорания составляют от 60 до 900 °С.

При высокой температуре окружающего воздуха происходит перегревание организма человека лёгкой, средней и тяжёлой степени.

При лёгкой степени развиваются общая слабость, недомогание, жажда, шум в ушах, сухость во рту, головокружение, возможны тошнота и рвота.

- При средней степени тяжести к перечисленным выше симптомам присоединяются повышение температуры тела (до 39—40 °С), заторможенность или кратковременная потеря сознания, влажность кожных покровов и снижение тонуса мышц.

- При тяжёлой степени перегревания возникает тепловой удар, являющийся следствием проявления декомпенсации в системе терморегулирования организма. Сознание отсутствует (тепловая кома), температура тела достигает 40—42°С, кожные покровы и видимые слизистые оболочки сухие, зрачки расширены, реакция на свет вялая или отсутствует, пульс 140—160 в минуту и более, дыхание нередко частое, поверхностное, прерывистое. Этим проявлениям, как правило, предшествуют различного рода психические нарушения в виде галлюцинаций, бреда преследования, психомоторного возбуждения и др.

При непосредственном воздействии пламени на кожный покров возникают термические ожоги, тяжесть местных и общих проявлений которых зависит от глубины поражения тканей и площади поражённой поверхности тела.

Вулкан — извержение лавы, горячих и ядовитых газов, паров воды, пепла, обломков горных пород по каналам и трещинам в земной коре. Известны случаи гибели населения городов через несколько минут после начала извержения вулкана. Наиболее часто встречаются множественные, сочетанные травмы и комбинированные поражения. Часто встречаются

отравления угарным и другими ядовитыми газами, ожоги верхних дыхательных путей и тела. Если извержение вулкана сопровождается землетрясением, то будут соответствующие пораженные.

Смерч — вихревое движение воздуха в атмосфере диаметром иногда в десятки и сотни метров, возникающее на границе движущихся в разные стороны воздушных потоков и распространяющееся по поверхности земли в виде сужающегося черного рукава (хобота). Перемещаясь, может вызвать разрушения зданий, сооружений и гибель людей. Преобладающий вид поражений - механическая травма.

Наводнение — быстрый подъем уровня воды в водоеме с образованием района затопления. Причинами наводнения могут быть половодье, паводок, заторы, зажоры на реках, ветровой нагон воды, аварии на сооружениях водохранилищ, цунами и др.

Половодье — подъем уровня воды, обусловленный сезонным таянием снегов, ледников.

Паводок — подъем уровня воды вследствие сильных дождей.

Затор — скопление льда в устье реки, сопровождающееся подъемом уровня воды выше по течению реки.

Зажор — скопление шуги (рыхлого, мелкого льда) в русле реки, сопровождающееся подъемом уровня воды выше по течению реки.

Цунами — морские гравитационные волны высотой более 50 м, возникающие при подводных землетрясениях.

Потери зависят от количества населения, находящегося в зоне затопления, скорости движения и высоты уровня воды, температуры воды. Возможны утопления, общее и местное переохлаждение, механические травмы при ударе волной и вторичными снарядами (предметы в воде и на воде).

Ураган — сильный ветер со скоростью более 35 км в час. В средней полосе обычно сопровождается грозными ливнями, в степях и пустынях — пылевыми бурями, в море - штормом. Поражения обусловлены механическими травмами вторичными снарядами при разрушениях зданий и сооружений; механическими травмами и ожогами при авариях газовых и электрических сетей.

Пожар — неконтролируемое возникновение и распространение горения на объекте, территории. Наибольшая опасность возникновения пожаров на пожаро- и взрывоопасных объектах, которыми считаются газо- и нефтеперерабатывающие заводы, газо- и нефтепроводы и хранилища; использующие и перевозящие горючие химические газы, жидкости, вещества и материалы предприятия, транспорт; образующие

пыль (угольную, древесную, сахарную) производства. В быту пожары возможны при использовании электрических и огневых приборов, печей, авариях электрических сетей, газопроводов и в других случаях. Нарушение мер противопожарной безопасности может привести к возгоранию горючих материалов, пожару, взрыву. *Горение* — реакция окисления, в процессе которой выделяется тепловая энергия. *Взрыв* происходит вследствие моментального выделения большого количества тепловой энергии, резких расширения и повышения давления нагретой среды, приводящих к образованию ударной волны. Наиболее частые причины пожаров в мирное время: разведение костров, сельскохозяйственные палы, использование для разжигания огня и работы легковоспламеняющихся жидкостей, неисправная электропроводка, грозовые разряды, самовозгорание торфа, курение вблизи горючих материалов и др. В военное время - применение ядерного оружия и зажигательных средств. Поражающие факторы: термический (высокая температура), механический (ударная волна, осколки и вторичные снаряды, образующиеся при взрыве), химический (задымление и токсические вещества, образующиеся при горении, испарении и поступающие из разрушенных хранилищ). Поражения часто бывают комбинированные: ожог, травма, отравление угарным газом, окислами азота, синильной кислотой, фосгеном и др. Угарный газ - продукт неполного сгорания. Окислов азота много в пороховых газах. Синильная кислота и фосген образуются при горении пластмасс.

При наличии на объекте до 100 тонн взрывоопасных веществ радиус поражения при взрыве может быть до 500 м, более 100 тонн — до 1 км.