

Лекция. **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  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -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 Тема 7. 2, занятие 2 Лечебное дело 2 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

Тема 7. 2, занятие 2 Лечебное дело 3 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  $\gamma$ -,  $\beta$ -излучения ( $\gamma$ -нейтронного) и внутреннего облучения;

– острой лучевой болезнью от крайне неравномерного воздействия  $\gamma$ -излучения; – местными радиационными поражениями ( $\gamma$ ,  $\beta$ );

– 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, доходящей 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 острейшей 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.