

Ядерное оружие

Создание, а затем и интенсивное совершенствование ядерного оружия, те поистине ужасающие результаты его единственного применения в августе 1945 года по городам Хиросима и Нагасаки, а также все данные о проведенных испытаниях, говорят о том, что существует реальная угроза его применения как в ходе развязывания широкомасштабной войны, так и при возникновении локальных конфликтов, несмотря на все попытки запретить распространение, совершенствование и боевое применение этого вида оружия.

Трагедия аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году показала, каким грозным может быть "мирный атом", если возникает самоуспокоенность и пренебрежение правилами безопасности.

Понятие. Поражающие факторы ядерного взрыва и их влияние на личный состав.

Ядерным называется оружие массового поражения, основанное на энергии, высвобождающейся в результате ядерных превращений.

Классификация ядерного оружия

В настоящее время существует следующая классификация ядерного оружия:

1. По типу заряда:

- *атомное оружие*, изготовленное на основе U^{235} , U^{238} , Pu^{239} , действие которого основано на высвобождении энергии, образующейся в результате деления ядер атомов этих веществ;

- *термоядерное оружие*, где реакция деления ядер U^{235} , U^{238} , Pu^{239} инициирует реакцию синтеза ядер гелия из легких элементов (дейтерия, трития), что ведет к значительному увеличению выделяющейся при взрыве энергии;

- *комбинированные боеприпасы*, где термоядерная реакция инициирует деление ядер U^{238} , находящегося во внешней оболочке боеприпаса, что приводит к еще большему выходу энергии;

- *нейтронное оружие*, где основной вклад в поражающем действии на личный состав принадлежит проникающей радиации.

Термоядерные боеприпасы малых и сверхмалых калибров следует рассматривать как нейтронные;

- *радиологическое оружие*, которое представляет собой боеприпасы, снаряженные стабильными элементами с источником нейтронного излучения. При подрыве боеприпаса происходит выброс во внешнюю среду радиоактивных изотопов.

Радиологическое оружие может быть двух типов:

а) длительного действия, которое планируется использовать для воздействия на промышленные и экономические районы. При его применении развивается следующий эффект: население данного района выживет в одном случае - если в течение первых 297 дней будет находиться в убежищах с коэффициентом защиты не менее 10, т.е. в каменных домах, а затем эвакуироваться одним рейсом транспорта. При всех других вариантах действия население погибнет;

б) кратковременного действия. Эффект достигается загрязнением местности противостоящих войск короткоживущими радиоактивными изотопами – галогенами и имеет целью затруднить действие войск противника и вызвать лучевые поражения.

В качестве перспективы развития атомного оружия планируется создание оружия четвертого поколения - крупнокалиберной пули на основе трансплутониевого элемента калифорния - 252 с критической массой 25 г. При применении такого боеприпаса в радиусе до 200 метров действуют ударная волна, световое излучение и проникающая радиация; радиоактивное загрязнение местности практически отсутствует.

2. По мощности заряда (по калибру):

- сверхмалые - менее 1 кт по эквиваленту взрыва тротила;
- малые - 1-10 кт;
- средние - 10-100 кт;
- крупные - 100 кт - 1 мг (1000 кт);
- сверхкрупные - более 1 мт.

3. В зависимости от места (среды) проведения взрыва различают следующие виды взрывов – наземные, воздушные, подземные, космические, подводные, на водной преграде и т.д.

Поражающие факторы ядерного взрыва

Поражающими факторами ядерного взрыва являются ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное загрязнение местности, электромагнитный импульс.

Первые четыре поражающих фактора обычно именуют основными. Пятый фактор - электромагнитный импульс в том виде, в котором он существует при взрыве ядерного боеприпаса (ЯБП), при воздействии на человека острой патологии не вызывает. В основном, роль его заключается в воздействии на электронно - вычислительную технику и выведение ее из строя.

Патология, которая может возникнуть от воздействия основных поражающих факторов ядерного взрыва, разнообразна.

Ударная волна приводит к различным механическим повреждениям: контузиям, переломам костей, разрывам внутренних органов грудной и брюшной полости, синдрому длительного раздавливания, разрывам барабанных перепонки и проч.

Световое излучение приводит к ожогам кожи как на открытых ее участках, так и на участках, защищенных одеждой. Может развиваться патология органа зрения - временная потеря зрения (фотоофтальмия), ожоги сетчатки глазного дна, ожоги передней камеры глаза.

Патология, вызываемая действием на человека ударной волны и светового излучения, преимущественно хирургическая.

Представляется целесообразным более подробно остановиться на тех поражающих факторах, действие которых вызвано ионизирующими излучениями.

Понятие о проникающей радиации. Влияние на организм человека проникающей радиации и радиоактивного загрязнения местности. Понятие о дозах внешнего облучения и величинах загрязнения радиоактивными веществами

Проникающая радиация. Ядерный взрыв сопровождается испусканием всех основных видов ионизирующих излучений - альфа-частиц, бета-частиц, гамма-квантов и нейтронов.

Ионизирующими называют излучения, взаимодействие которых с веществом приводит к образованию электрически заряженных частиц.

Рассмотрим эту проблему более подробно и начнем со строения атома вещества.

Атом вещества включает в себя ядро и электронную оболочку. Ядро атома состоит из элементарных частиц, основными из которых являются протон и нейтрон. Протон - это материальная частица вещества, имеющая массу 1,00676 атомных единиц массы (ат.ед.м.), положительно заряженная. Величина заряда протона равна величине заряда электрона.

Нейтрон - элементарная частица вещества, имеющая массу 1,008665 ат.ед.м. и не обладающая электрическим зарядом.

Масса ядра складывается из суммы масс протонов и нейтронов. Заряд ядра равен сумме зарядов протонов.

Протон и нейтрон являются одной ядерной частицей, переходящей из протона в нейтрон и обратно и находящейся в различном энергетическом состоянии. При отщеплении от нейтрона электрона нейтрон превращается в протон.

Внутри ядра имеются три разновидности сил, обеспечивающих устойчивость ядра:

1. Ядерные силы, обеспечивающие сильное взаимодействие - сила притягивания не зависит от заряда ядра и действует между соседними частицами; с увеличением между ними расстояния эти силы быстро падают.

2. Слабое взаимодействие, которое примерно в 1 млн. раз слабее первого.

3. Электрические силы, подчиняющиеся закону Кулона и обеспечивающие силу отталкивания между протонами в ядре.

Вокруг ядра имеется электронная оболочка, состоящая из элементарных частиц, имеющих отрицательный заряд - электронов. Они расположены слоями, удаленными на различные расстояния от ядра. Электроны удерживаются на орбите силами притяжения между положительно заряженным ядром и отрицательно заряженными электронами.

Атом является электрически нейтральным. Электроны движутся по орбитам, не теряя энергии.

Каждый атом обладает определенным, присущим только ему, уровнем энергетического состояния. При получении атомом избытка энергии извне, один из электронов переходит на более удаленную орбиту, которая называется возбужденной. При этом энергетическое состояние атома становится неустойчивым, и он стремится вернуться в свое исходное состояние путем возврата электрона на первоначальную орбиту. Этот переход электрона сопровождается испусканием порции энергии в виде электромагнитных излучений. Переход электронов на ближайших орбитах приводит к испусканию квантов энергии, соответствующих рентгеновскому излучению.

В ряде случаев может происходить отрыв электрона от атома. Атом, лишенный электрона, приобретает положительный заряд. Оторвавшийся электрон может существовать в виде свободного электрона. Он может соединиться с другим атомом и передать ему свойства отрицательно заряженной частицы или, присоединяясь к положительно заряженной частице, придать ей нейтральный заряд.

Процесс образования из нейтрального атома двух и более заряженных частиц носит название ионизации. Обратный процесс, образование нейтрального атома из двух ионов - называется рекомбинацией.

Ядра атомов состоят, в основном, из протонов и нейтронов; число протонов совпадает с порядковым номером элемента в периодической системе и называется атомным номером. Число нейтронов может быть различным, наименьшее число нейтронов - 0.

Между протонами и нейтронами в ядре действуют ядерные силы взаимодействия, обеспечивающие устойчивость ядра, и, для того, чтобы отделить от ядра хотя бы один нуклон, надо приложить значительную энергию.

Ядра атомов обладают определенным энергетическим состоянием, называемым нормальным (основным). Состояние, при котором ядро обладает избытком энергии по отношению к основному, называется возбужденным. Ядра атомов могут придти в возбужденное состояние при поглощении энергии, сообщенной извне. В основное состояние ядро приходит, испуская избыток энергии в виде ее кванта.

С ростом числа протонов в ядре силы отталкивания значительно увеличиваются, вследствие чего ядро может быть

неустойчивым, способным к спонтанным превращениям. На устойчивость ядра влияет соотношение между числом протонов и нейтронов, которое у наиболее устойчивых ядер колеблется от 1 до 1,6 (нейтрон/протон). Ядра с избытком или недостатком нейтронов (< 1 и $> 1,6$) претерпевают превращения, в процессе которых либо распадаются на части, либо испускают элементарные частицы, превращаясь в ядра новых элементов.

Явление спонтанного изменения структуры ядра атома одного элемента и превращение его в более устойчивое ядро другого элемента называется радиоактивностью.

Возникающие при спонтанных превращениях ядер атомов потоки элементарных частиц или их группы, называются ионизирующими излучениями.

Рассмотрим более подробно основные свойства ионизирующих излучений.

1. Альфа-излучение.

В тяжелых ядрах с большим количеством протонов действие сил отталкивания при определенном состоянии становится значительным. Это приводит к уменьшению удельной энергии связи в данном ядре и, следовательно, к уменьшению устойчивости ядра. Переход такого ядра в устойчивое состояние сопровождается испусканием образований, состоящих из двух протонов и двух нейтронов. Эти образования называются альфа-частицами. Они представляют собой ядро атома гелия внутриядерного происхождения, лишенное электронной оболочки.

2. Бета-излучение.

В том случае, если количество протонов и нейтронов таково, что соотношение нейтрон/протон больше величины, соответствующей устойчивому ядру, для перехода к стабильному ядру надо или уменьшить число нейтронов или увеличить число протонов. При этом один из нейтронов ядра превращается в протон, испуская одну отрицательно заряженную частицу - электрон.

Если соотношение нейтрон/протон меньше соответствующего устойчивому ядру, то для перехода в стабильное состояние один протон должен превратиться в нейтрон, испуская одну положительно заряженную частицу - позитрон.

Таким образом, бета-частица является электроном и позитроном внутриядерного происхождения. Процесс превращения ядер, сопровождающийся испусканием бета-частиц, называется бета-распадом.

3. Гамма-излучение.

Источниками гамма-излучений являются возбужденные ядра, образовавшиеся в результате альфа- или бета-распада или других ядерных превращений. Возбужденное ядро переходит в основное состояние, испуская избыток энергии в виде гамма-квантов. Иногда ядро последовательно испускает ряд гамма-квантов, переходя каждый раз в менее возбужденное состояние до тех пор, пока не станет стабильным. Такое явление называется каскадным излучением. Гамма-кванты не обладают массой покоя и зарядом.

Мощным источником гамма-излучения является ядерный взрыв.

Остановимся на особенностях взаимодействия отдельных видов ионизирующих излучений с веществом.

1. Взаимодействие альфа-частиц с веществом.

Это взаимодействие проявляется во взаимном отталкивании с положительно заряженным ядром и притягиванием с отрицательно заряженными электронами атомов.

Вследствие того, что альфа-частица имеет заряд $+2$, она образует электромагнитное поле, которое взаимодействует с внешними электронами атомов, ускоряет их и переводит на более высокие энергетические уровни, вызывая возбуждение атома, или вырывает электрон за пределы электронной оболочки, проводя ионизацию. Теряя свою энергию при каждом взаимодействии с атомами вещества, альфа-частица затормаживается, и в течение большого времени находится вблизи атома; в этом случае возрастает вероятность ионизации атома.

Выбиваемые электроны отрываются от электронной оболочки, альфа-частицы сообщают им значительную энергию, при этом образуются дельта-электроны. Двигаясь в среде, они проводят вторичную ионизацию, которая составляет 60-80% от всей ионизации.

Альфа-частица способна выбивать ядра из атомов взаимодействующей среды, которые называются ядрами отдачи. Эти ядра также способны вызывать ионизацию. Полностью израсходовав свою энергию, альфа-частица присоединяет к себе два электрона и превращается в нейтральный атом гелия.

Пробег альфа-частиц в воздухе составляет 5-7 см, в биологической ткани - до 700 микрон.

2. Взаимодействие бета-частиц с веществом.

Бета-частицы, взаимодействуя с веществом, передают его атомам свою кинетическую энергию и рассеиваются; при этом происходит ионизация и возбуждение атомов. Потеря бета-частицей энергии при каждом акте взаимодействия сопровождается снижением ее скорости до скорости движения частиц вещества.

Отрицательная бета-частица может остаться в виде свободного электрона или присоединиться к нейтральному атому или положительному иону - в первом случае образуется отрицательно заряженный ион, во втором - нейтральный атом.

Положительная бета-частица (позитрон) в конце своего пути сталкивается с электроном, соединяется с ним и аннигилирует. В результате аннигиляции электрон и позитрон перестают существовать как материальные частицы и превращаются в два гамма-кванта.

При взаимодействии с веществом бета-частица многократно меняет направление своего движения, при этом ионизация носит объемный характер.

В связи с тем, что масса бета-частицы меньше альфа-частицы, а скорость движения больше, то вероятность выбивания электрона из атома бета-частицей значительно меньше.

Бета-частицы передают выбиваемому электрону часть своей энергии, образуя дельта-электроны, которые проводят вторичную ионизацию, составляющую 30-40% от общей ионизации.

Проникающая способность бета-частицы в воздухе может составлять десятки метров, а в биологической ткани - сантиметры.

3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

В зависимости от энергии гамма-излучения среди процессов взаимодействия гамма-квантов с веществом наибольшую вероятность могут иметь:

- фотоэффект;
- комптоновское рассеяние (Комптон-эффект);
- образование пары "электрон-позитрон".

Наиболее важным является образование пары "электрон-позитрон".

При взаимодействии гамма-кванта с электронным полем ядра он может прекратить свое существование как гамма-квант и прев-

ратиться в две частицы - электрон и позитрон. Этот процесс возможен только при достаточно высоком уровне энергии гамма-излучения; часть энергии гамма-квантов сообщается поровну электрону и позитрону в виде кинетической энергии. Эти возникшие электрон и позитрон проводят ионизацию среды, после чего позитрон аннигилирует с одним из электронов среды с образованием двух гамма-квантов, но меньших энергий.

При энергии гамма-квантов на уровне 0,5-1 мэВ, гамма-квант передает часть своей энергии одному из электронов атомов среды, выбивает его из электронной оболочки и образовавшийся дельта-электрон участвует в ионизации среды. После этого гамма-квант теряет энергию и изменяет направление своего движения. В этом случае наиболее вероятным становится процесс взаимодействия гамма-кванта с одним из внешних электронов. Рассеянные гамма-кванты вновь взаимодействуют с атомами вещества и, поскольку энергия гамма-излучения уменьшается, начинает преобладать фотоэффект. При этом гамма-квант, столкнувшись с атомом вещества, полностью поглощается и выбивает из потока гамма-квантов. Полученная атомом энергия гамма-квантов передается одному из электронов и сообщает ему такую скорость, что электрон выходит за пределы атомов. Переход электрона с внешней орбиты на внутреннюю сопровождается испусканием кванта рентгеновского излучения.

Таким образом, в отличие от альфа - и бета-частиц, гамма-кванты непосредственной ионизации не вызывают; ионизация происходит за счет действия вторичных электронов и позитронов.

Вероятность ионизации гамма-квантами мала вследствие того, что линейная потеря энергии низка, следовательно, гамма -квантам присуща большая проникающая способность. Длина пробега гамма-квантов в воздухе составляет более 1 км и зависит от энергии гамма-квантов. Пробег гамма-квантов в биологической ткани составляет 10 и более сантиметров.

4. Взаимодействие нейтронов с веществом.

При взаимодействии нейтронов с веществом они либо рассеиваются, либо захватываются ядрами атомов.

Рассеяние нейтронов может быть упругим или неупругим.

Захват нейтронов может быть радиационным либо с испусканием элементарных частиц.

Упругое рассеяние. Нейтрон, столкнувшись с ядром вещества, передает ему часть кинетической энергии и отталкивается от ядра, изменяя направление своего движения и энергию. Переданная нейтроном ядру энергия преобразуется в кинетическую энергию ядра, которое приходит в движение и называется ядром отдачи. Эти ядра могут быть выбиты из атомов, и будут взаимодействовать с веществом, проводя ионизацию.

Неупругое рассеяние. При этом нейтрон проникает в ядро, выбивает один из нейтронов меньшей энергии и другого направления и переводит ядро в возбужденное состояние.

Возбужденное ядро переходит в основное состояние, испуская гамма-квант. Это явление характерно для взаимодействия нейтронов высоких энергий с ядрами тяжелых элементов.

Наибольшую энергию нейтрон теряет при взаимодействии с ядрами, равными или близкими ему по массе, т.е. с ядрами легких элементов.

Захват нейтронов. Захват нейтронов - это явление, при котором нейтрон проникает в ядро и образует более тяжелый изотоп. Ядро, захватившее нейтрон, переходит в возбужденное состояние, испуская один или несколько гамма-квантов или заряженную частицу. Захват нейтронов возможен потому, что, не имея заряда, нейтрон способен приблизиться к ядру на такое расстояние, при котором действуют ядерные силы притяжения.

Вероятность захвата возрастает для нейтронов малых энергий вследствие того, что они большее время находятся вблизи ядра.

Чаще происходит радиационный захват, чем захват с испусканием элементарных частиц.

Нейтрон прямой ионизации не вызывает.

Ионизирующее действие нейтронов обусловлено вторичным эффектом - возникновением потоков гамма-квантов и заряженных частиц. Нейтроны движутся в веществе без потери энергии до тех пор, пока не встретятся с ядрами. Проникающая способность нейтронов достаточно высока и сравнима с проникающей способностью гамма-излучения.

Ионизация нейтронным излучением носит объемный характер.

При пробеге нейтроном 1 см пути образуется одна пара ионов.

Длина пробега нейтронов в воздухе составляет около 300 метров, в биологической ткани - до 10 см.

В понятие "проникающая радиация", как поражающий фактор ядерного взрыва, действующий в первые мгновения после взрыва, из всех видов ионизирующих излучений входят лишь поток гамма-квантов и поток нейтронов. Потоки альфа- и бета-частиц не выходят за пределы эпицентра взрыва; на человека действуют лишь при инкорпорации, а бета-частицы и при попадании на кожу и слизистые.

Существует зависимость воздействия на человека потоков гамма-квантов и нейтронов от расстояния до эпицентра взрыва: с увеличением расстояния от эпицентра изменяется соотношение между гамма-нейтронным излучением в пользу гамма-излучения, так как нейтроны распространяются в воздушной среде на меньшее расстояние, чем гамма-излучение.

Соотношение между дозами гамма-излучения и нейтронов изменяется и в зависимости от мощности взрыва - с увеличением мощности взрыва увеличивается вклад гамма-излучения и соотношение между гамма-излучением и потоком нейтронов меняется в пользу гамма-излучения.

При взрыве ядерного боеприпаса мощностью 20 и более килотонн в тротиловом эквиваленте поражающее действие оказывает преимущественно гамма-излучение, так как радиус летальной зоны гамма-излучения значительно больше радиуса поражающего действия нейтронного излучения.

С уменьшением мощности ядерного боеприпаса вклад нейтронов в общую дозу постепенно возрастает и при взрыве боеприпаса мощностью 1 кт достигает 60% от общей дозы.

Термоядерные боеприпасы малых и сверхмалых калибров называют нейтронными, так как именно при взрыве таких боеприпасов наибольший вклад в проникающую радиацию вносит поток нейтронов.

Течение острой лучевой болезни имеет свои особенности в зависимости от вклада гамма – квантов либо нейтронов в формирование лучевой патологии; эти особенности изучаются по курсу военно – полевой терапии.

5. Радиоактивное загрязнение местности (РЗМ) является одним из поражающих факторов ядерного взрыва. Формирование РЗМ обусловлено факторами, называемыми источниками РЗМ. К таковым относятся:

1). Осколки деления ядерного горючего и продукты их распада - продукты ядерного взрыва (ПЯВ). Они разнообразны по составу и являются преимущественно бета- и гамма-излучателями. Среди них можно выделить короткоживущие изотопы, имеющие малые периоды полураспада, и долгоживущие элементы, имеющие длительные периоды полураспада.

Из продуктов ядерного взрыва наиболее опасными являются:

- короткоживущие изотопы $Ba^{139, 140}$; I^{131} ; $La^{140, 142}$, имеющие периоды полураспада часы-дни;

- долгоживущие изотопы - стронций-90 (93,4 лет), цезий-137 (26 лет), церий-134 (264,5 лет).

С течением времени активность ПЯВ сравнительно быстро уменьшается; их бета- и гамма-активность могут быть ориентировочно вычислены по формулам и по правилу "семерки" - за семикратный промежуток времени после взрыва активность продуктов деления уменьшается в 10 раз: если через 1 час после взрыва активность принять за 100%, то через 7 часов она составит 10%, через 49 часов - 1% и т.д.

2). Наведенная радиоактивность, складывающаяся из двух факторов: наведенная активность в элементах боеприпаса и в элементах грунта.

Наведенная радиоактивность в оболочке U^{238} через 60-80 часов после взрыва может составить до 80% от общей активности продуктов взрыва, так как к этому времени активность короткоживущих изотопов значительно снизится, а долгоживущих практически не изменится.

Под действием нейтронов в некоторых химических элементах воды, грунта, воздуха возникает наведенная активность. Наиболее легко в грунте активируются алюминий, марганец, кремний, калий, имеющие периоды полураспада в пределах минут-часов.

Элементы грунта с наведенной активностью бета- активны, их распад сопровождается испусканием бета- и гамма-излучений. В связи с малым периодом полураспада наведенная активность в грунте быстро падает и через 24 часа она характеризуется в основном активностью натрия.

Наведенная активность возникает в элементах грунта в слое толщиной 15-20 см; на большей глубине происходит значительное замедление нейтронов.

3). Непрореагировавшая часть ядерного горючего – U^{235} , Pu^{239} , обладающие альфа- и гамма-активностью и имеющие большие периоды полураспада - U^{235} - $1,9 \cdot 10^7$ лет, Pu^{239} - 24000 лет.

Вклад этого фактора незначителен из-за большого периода полураспада и низкой энергии излучения.

Таким образом, на местности, загрязненной радиоактивными веществами, поражающее действие на человека оказывают радиоактивные изотопы, обладающие альфа-, бета- и гамма-активностью.

Факторы, влияющие на степень радиоактивного загрязнения местности и площадь её:

1. Мощность взрыва;
2. Вид ядерного взрыва;
3. Особенности конструкции ЯБП;
4. Метеоусловия;
5. Особенности местности.

1. При прочих равных условиях с увеличением мощности взрыва увеличиваются площадь и степень РЗМ.

2. Для каждого вида ядерного взрыва характерна своеобразная форма радиоактивного облака:

При наземном ядерном взрыве светящаяся область соприкасается с верхним слоем почвы, который расплавляется и, испаряясь, вовлекается в облако взрыва. Поверхностный слой грунта дробится ударной волной и тоже вовлекается в радиоактивное облако. Облако насыщено частицами грунта в наибольшей степени. Выпадая из облака, они увеличивают размеры и степень загрязнения.

Низкий воздушный взрыв. При этом виде взрыва образуется сравнительно небольшое количество пыли, поэтому радиоактивные продукты хотя и выпадают, но в значительно меньшей степени. В самом районе ядерного взрыва будет присутствовать наведенная радиоактивность.

Высокий воздушный взрыв. Радиоактивные продукты практически не выпадают в районе взрыва и наведенная радиоактивность в грунте мала, так как поток нейтронов достигает земли значительно ослабленным.

Радиоактивные продукты в облаке находятся в виде мельчайших частиц и при выпадении не создают большой плотности

радиоактивного загрязнения, вызывая глобальное загрязнение Земли.

Подземный ядерный взрыв может быть с выбросом или без выброса грунта.

В районе взрыва при выбросе грунта продукты деления смешиваются с грунтом и создают радиоактивное загрязнение высокой степени на ограниченной площади.

3. Влияние конструкции ЯБП на РЗМ. В ЯБП в качестве конструктивных материалов могут содержаться вещества, которые увеличивают степень РЗМ: U^{238} , Co^{59} , Zn^{64} , Cs^{133} , активируясь потоком нейтронов ядерного взрыва.

Возможность использования химических элементов для увеличения РЗМ легло в основу создания радиологического оружия.

4. Влияние атмосферных факторов (метеоусловия)

На степень РЗМ сильно влияют:

- атмосферные осадки;
- скорость ветра;
- вертикальная устойчивость воздуха.

При попадании радиоактивного облака в обычное облако может произойти местное выпадение РВ.

При увеличении силы ветра увеличивается площадь загрязнения, но уменьшается степень загрязнения.

Инверсия сильно ускоряет выпадение РВ. Зимой это более заметно в ясные дни, а летом – утром.

5. Особенности местности

Местность практически не влияет на размеры общей площади РЗМ, однако, она может обуславливать неравномерное загрязнение отдельных участков.

На скатах возвышенностей, направленных к эпицентру ядерного взрыва, отмечаются более высокие уровни радиации, на противоположных - меньшие по сравнению с равнинной местностью.

На дне канав, оврагов и других углублений уровень радиации может быть вдвое меньше, чем на равнине.

Для взрывов ЯБП в горной местности характерна большая неравномерность мощностей излучения.

При взрыве ЯБП в лесистой местности уровни радиации могут быть в 2-3 раза меньше, чем на безлесной местности потому, что

выпадающая радиоактивная пыль распределяется по объему крон деревьев и излучение частично экранируется деревьями.

Более тяжелые частицы грунта всегда выпадают ближе к эпицентру ядерного взрыва.

Выпадающие радиоактивные частицы образуют след радиоактивного облака.

Осью следа называется линия, соединяющая точки с наибольшими уровнями радиации на следе облака. Форма следа может быть разнообразной. Уточнить ее можно при ведении радиационной разведки.

Характеристика зон радиоактивного загрязнения.

След радиоактивного облака условно делят на зоны радиоактивного загрязнения. При этом делении за исходные взяты следующие показатели:

1. Уровни радиации на определенное время после взрыва.
2. Дозы облучения, получаемые личным составом, открыто расположенным на местности, за время до полного распада РВ.
3. Радиационные потери.

При характеристике РЗМ выделяют 4 зоны:

Зона "А" - зона умеренного загрязнения с возможными уровнями облучения на внешней границе (до полного распада РВ) 30 рад и с уровнем радиации через 1 час после взрыва - 8 Р/ч.

Зона "Б" - зона сильного радиоактивного загрязнения с возможным уровнем облучения на внешней границе (до полного распада РВ) 400 рад и с уровнем радиации через 1 час после взрыва 80 Р/ч.

Зона "В" - зона опасного загрязнения с возможным уровнем облучения на внешней границе (до полного распада РВ) 1200 рад и с уровнем радиации через 1 час после взрыва 240 Р/ч.

Зона "Г" - зона чрезвычайно опасного радиоактивного загрязнения с возможным уровнем облучения на внешней границе (до полного распада РВ) 4000 рад и с уровнем радиации через 1 час после взрыва 800 Р/ч.

Поражающее действие РВ и ПЯВ определяется следующими факторами:

1. Радиоизотопным составом.

2. Временем полураспада радионуклидов, входящих в состав ПЯВ.
3. Энергией излучения РВ.
4. Смыываемостью радиоизотопов с частиц пыли.
5. Всасываемостью радионуклидов.
6. Распределением РВ по органам и тканям.
7. Сроками выведения изотопов из организма.

При нахождении личного состава на следе облака взрыва ЯБП основную опасность для него представляет внешнее, преимущественно гамма – излучение. Биологическое действие гамма – излучения как элемента проникающей радиации и наведенной радиоактивности одинаково, однако, при действии личного состава на РЗМ воздействие гамма – излучения будет отличаться геометрией облучения и носить круговой характер.

Характер воздействия ионизирующих излучений на РЗМ определяется не только их дозой, но и временем набора ее человеком. Доза гамма – излучения будет получена за более продолжительный промежуток времени, и в этом случае лучевая болезнь может протекать более длительное время и в более легкой форме.

Для того чтобы оценить последствия пребывания личного состава на РЗМ, надо знать полученную дозу и время ее набора.

Радиоактивные вещества на местности могут оказывать поражающее действие при попадании на кожу или внутрь организма через желудочно – кишечный тракт или органы дыхания.

Всасывание РВ может идти и через неповрежденную кожу, однако, эта часть радионуклидов относительно невелика.

Действие бета- излучений на кожу может привести к развитию радиационных ожогов.

При ингаляционном поступлении ПЯВ основная масса РВ задерживается в верхних дыхательных путях. Частицы размерами менее 1 мкм могут проникать в средние и нижние слои бронхиального дерева. Через 1 – 2 ч. после попадания ПЯВ через органы дыхания примерно 90 % веществ перемещаются в желудочно – кишечный тракт. Те РВ, которые остаются в органах дыхания, частично всасываются в кровь. Малорастворимые РВ могут фагоцитироваться альвеолярными макрофагами и задерживаться в легких длительное время, создавая там центры излучения со значительной плотностью ионизации. Из

желудочно – кишечного тракта в кровь всасывается примерно 2 – 2, 5 % РВ, что зависит от растворимости РВ.

Резорбция и распределение РВ в организме также зависят от их растворимости. Хорошо растворяются и всасываются: I^{131} , Cs^{137} - на 100%; $Sr^{89, 90}$ - на 60%, Ba^{140} - на 20-60%.

Радиоактивные изотопы накапливаются в тех органах или тканях, к которым они имеют тропность.

Невсосавшаяся часть изотопов выводится из организма через 1-2 суток. Принято считать, что остаточная зараженность организма через 5 суток составляет 1,6%, через 1 месяц - 0,3%, через 3 месяца - 0,1% от первоначальной.

Распределение РВ в организме можно представить следующим образом:

Иод¹³¹ - щитовидная железа. Опасность достаточно велика, учитывая относительно длительный период полураспада - 8,5 дней и период полувыведения, - 180 дней.

Цезий¹³¹ - мышцы; при этом испускаемое им гамма-излучение воздействует практически на весь организм из-за большой проникающей способности.

Стронций, барий – кости; испускаемые ими бета- и гамма-излучения повреждают костный мозг и могут приводить к развитию опухолей.

Уран - почки, что вызывает их злокачественное перерождение.

Лантан, церий - органы ретикулоэндотелиальной системы и печень.

В реальных условиях применения ядерного оружия острое поражение организма за счет инкорпорированных РВ маловероятно, так как доза облучения, полученная за счет внешнего воздействия, значительно выше, и именно она определит течение острого радиационного поражения.