



Ядерное оружие

ПОРАЖАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА

Определение

Ядерным оружием называется оружие массового поражения взрывного действия, основанное на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при цепных реакциях деления тяжелых ядер некоторых изотопов урана и плутония или при термоядерных реакциях синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития) в более тяжелые, например, ядра изотопов гелия.

Ядерный взрыв сопровождается выделением огромного количества энергии, поэтому по разрушающему и поражающему действию он в сотни и тысячи раз может превосходить взрывы самых крупных боеприпасов, снаряженных обычными взрывчатыми веществами.

Среди современных средств вооруженной борьбы ядерное оружие занимает особое место - оно является главным средством поражения противника. Ядерное оружие позволяет уничтожать средства массового поражения противника, в короткие сроки наносить ему большие потери в живой силе и боевой технике, разрушать сооружения и другие объекты, заражать местность радиоактивными веществами, а также оказывать наличный состав сильное морально-психологическое воздействие и тем самым создавать стороне, применяющей ядерное оружие, выгодные условия для достижения победы в войне.



Ядерное оружие

Ядерные боеприпасы

Средства управления

Средства доставки (носители)

Боевые части ракет и торпед

Авиационные и глубинные бомбы

Артиллерийские снаряды и мины

Ракеты
Корабли
Самолёты
Подводные лодки
Артиллерийские системы

Иногда в зависимости от типа заряда употребляют более узкие понятия, например:

- ▣ атомное оружие (устройства, в которых используются цепные реакции деления),
- ▣ термоядерное оружие.

Особенности поражающего действия ядерного взрыва по отношению к личному составу и боевой технике зависят не только от мощности боеприпаса и вида взрыва, но и от типа ядерного зарядного устройства.

Устройства, предназначенные для осуществления взрывного процесса освобождения внутриядерной энергии, называются ядерными зарядами.

Мощность ядерных боеприпасов принято характеризовать тротиловым эквивалентом, т.е. таким количеством тротила в тоннах, при взрыве которого выделяется такое же количество энергии, что и при взрыве данного ядерного боеприпаса.

Ядерные боеприпасы по мощности условно делятся на:

- сверхмалые (до 1 кт), малые (1-10 кт),**
- средние (10-100 кт),**
- крупные (100 кт - 1 Мт)**
- сверхкрупные (свыше 1 Мт).**

Виды ядерных взрывов и их поражающие факторы

В зависимости от задач, решаемых с применением ядерного оружия, ядерные взрывы могут производиться:

- в воздухе,**
- на поверхности земли и воды,**
- под землей и водой.**

В соответствии с этим взрывы различают:

- воздушный,**
- наземный (надводный),**
- подземный (подводный).**

Воздушный ядерный взрыв



Воздушный ядерный взрыв

— это взрыв, произведенный на высоте до 10 км, когда светящаяся область не касается земли (воды).

Воздушные взрывы подразделяются на низкие и высокие.

Сильное радиоактивное заражение местности образуется только вблизи эпицентров низких воздушных взрывов. Заражение местности по следу облака существенного влияния на действия личного состава не оказывает.

Основными поражающими факторами воздушного ядерного взрыва являются:

- воздушная ударная волна,**
- проникающая радиация,**
- световое излучение,**
- электромагнитный импульс.**

При воздушном ядерном взрыве в районе эпицентра вспучивается грунт.

Радиоактивное заражение местности, оказывающее влияние на боевые действия войск, образуется только от низких воздушных ядерных взрывов.

В районах применения нейтронных боеприпасов образуется наведенная активность в грунте, технике и сооружениях, которая может явиться причиной поражения (облучения) личного состава.

Воздушный ядерный взрыв начинается кратковременной ослепительной вспышкой, свет от которой можно наблюдать на расстоянии нескольких десятков и сотен километров. Вслед за вспышкой появляется светящаяся область в виде сферы или полусферы (при наземном взрыве), являющаяся источником мощного светового излучения.

Одновременно из зоны взрыва в окружающую среду распространяется мощный поток гамма-излучения и нейтронов, которые образуются в ходе цепной ядерной реакции и в процессе распада радиоактивных осколков деления ядерного заряда.

Гамма-кванты и нейтроны, испускаемые при ядерном взрыве, называют проникающей радиацией.

Под действием мгновенного гамма-излучения происходит ионизация атомов окружающей среды, которая приводит к возникновению электрических и магнитных полей.

Эти поля, ввиду их кратковременности действия, принято называть электромагнитным импульсом ядерного взрыва.

В центре ядерного взрыва температура мгновенно повышается до нескольких миллионов градусов, в результате чего вещество заряда превращается в высокотемпературную плазму, испускающую **рентгеновское излучение**.

Давление газообразных продуктов вначале достигает нескольких миллиардов атмосфер. Сфера раскаленных газов светящейся области, стремясь расшириться, сжимает прилегающие слои воздуха, создает резкий перепад давления на границе сжатого слоя и образует **ударную волну**, которая распространяется от центра взрыва в различных направлениях. Так как плотность газов, составляющих огненный шар, намного ниже плотности окружающего воздуха, то шар быстро поднимается вверх.

При этом образуется облако грибовидной формы, содержащее газы, пары воды, мелкие частицы грунта и огромное количество радиоактивных продуктов взрыва.

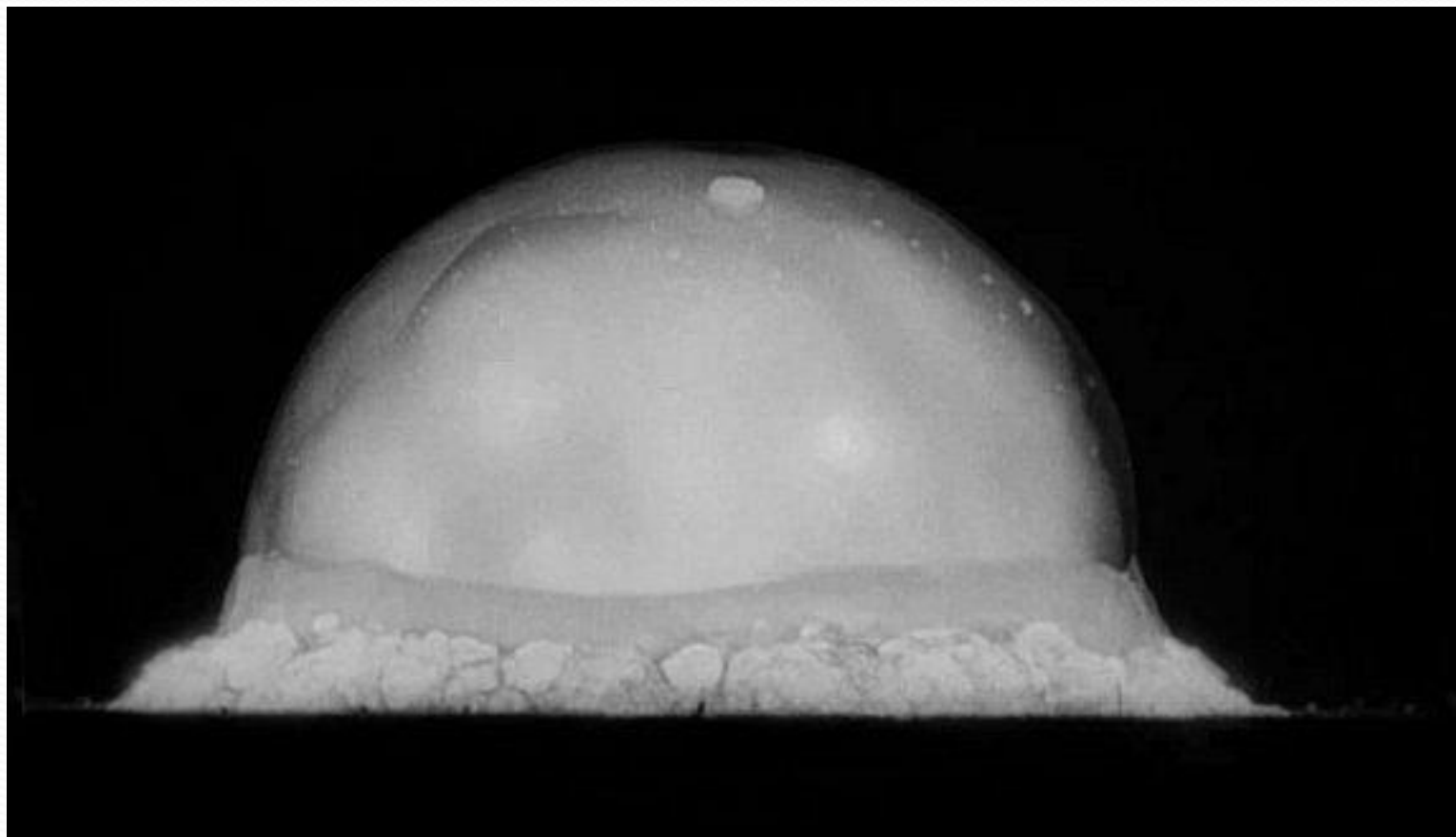
По достижении максимальной высоты облако под действием воздушных течений переносится на большие расстояния, рассеивается и радиоактивные продукты выпадают на поверхность земли, создавая **радиоактивное заражение местности и объектов**.

Наземный (надводный) ядерный взрыв

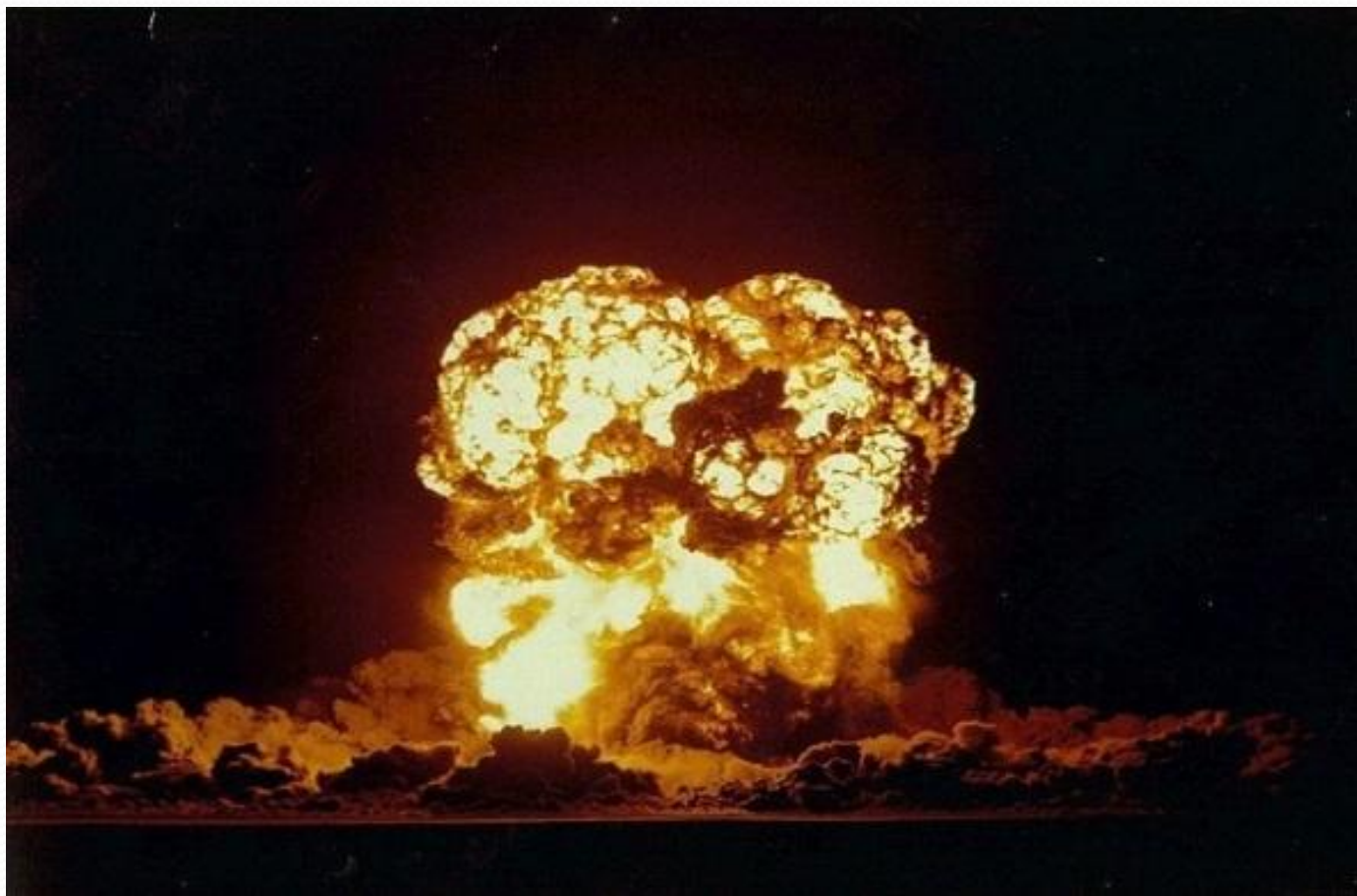
Это взрыв, произведенный на поверхности земли (воды), при котором светящаяся область касается поверхности земли (воды), а пылевой (водяной) столб с момента образования соединен с облаком взрыва.

Характерной особенностью наземного (надводного) ядерного взрыва является сильное радиоактивное заражение местности (воды) как в районе взрыва, так и по направлению движения облака взрыва.

Наземный (надводный) ядерный взрыв



Наземный (надводный) ядерный взрыв



Наземный (надводный) ядерный взрыв

Поражающими факторами этого взрыва являются:

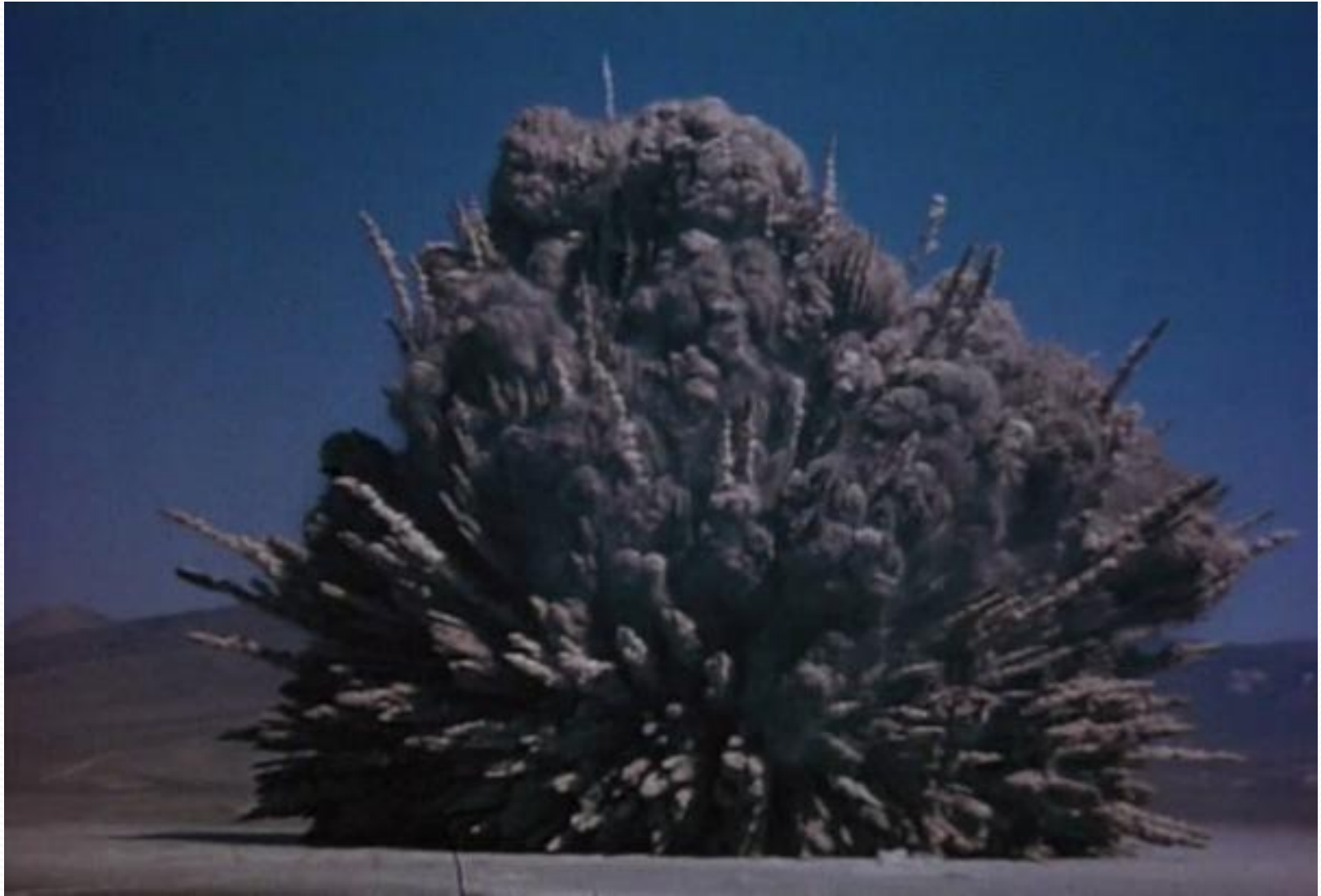
- воздушная ударная волна,
- световое излучение,
- проникающая радиация,
- электромагнитный импульс,
- радиоактивное заражение местности,
- сейсмозрывные волны в грунте.

Наземный (надводный) ядерный взрыв

При наземных ядерных взрывах на поверхности земли образуются воронка взрыва и сильное радиоактивное заражение местности как в районе взрыва, так и по следу радиоактивного облака.

При наземных и низких воздушных ядерных взрывах в грунте возникают сейсмовзрывные волны, которые могут выводить из строя заглубленные сооружения.

Подземный (подводный) ядерный взрыв



Подземный ядерный взрыв с выбросом грунта

Подземный (подводный) ядерный взрыв



Подземный ядерный взрыв КОМУФЛЕТНЫЙ

Подземный (подводный) ядерный взрыв

Это взрыв, произведенный под землей (под водой) и характеризующийся выбросом большого количества грунта (воды), перемешанного с продуктами ядерного взрывчатого вещества (осколками деления урана-235 или плутония-239). Поражающее и разрушающее действие подземного ядерного взрыва определяется в основном сейсмовзрывными волнами (основной поражающий фактор), образованием воронки в грунте и сильным радиоактивным заражением местности.

Световое излучение и проникающая радиация отсутствуют.

Характерным для подводного взрыва является образование султана (столба воды), базисной волны, образующейся при обрушении султана (столба воды).

Подземный (подводный) ядерный взрыв

Основными поражающими факторами подземного взрыва являются:

- сейсмовзрывные волны в грунте,
- воздушная ударная волна,
- радиоактивное заражение местности и атмосферы.

При комифлетном взрыве основным поражающим фактором являются сейсмовзрывные волны.

Надводный ядерный взрыв

Надводным ядерным взрывом называется взрыв, осуществляемый на поверхности воды (контактный) или на такой высоте от нее, когда светящаяся область взрыва касается поверхности воды.

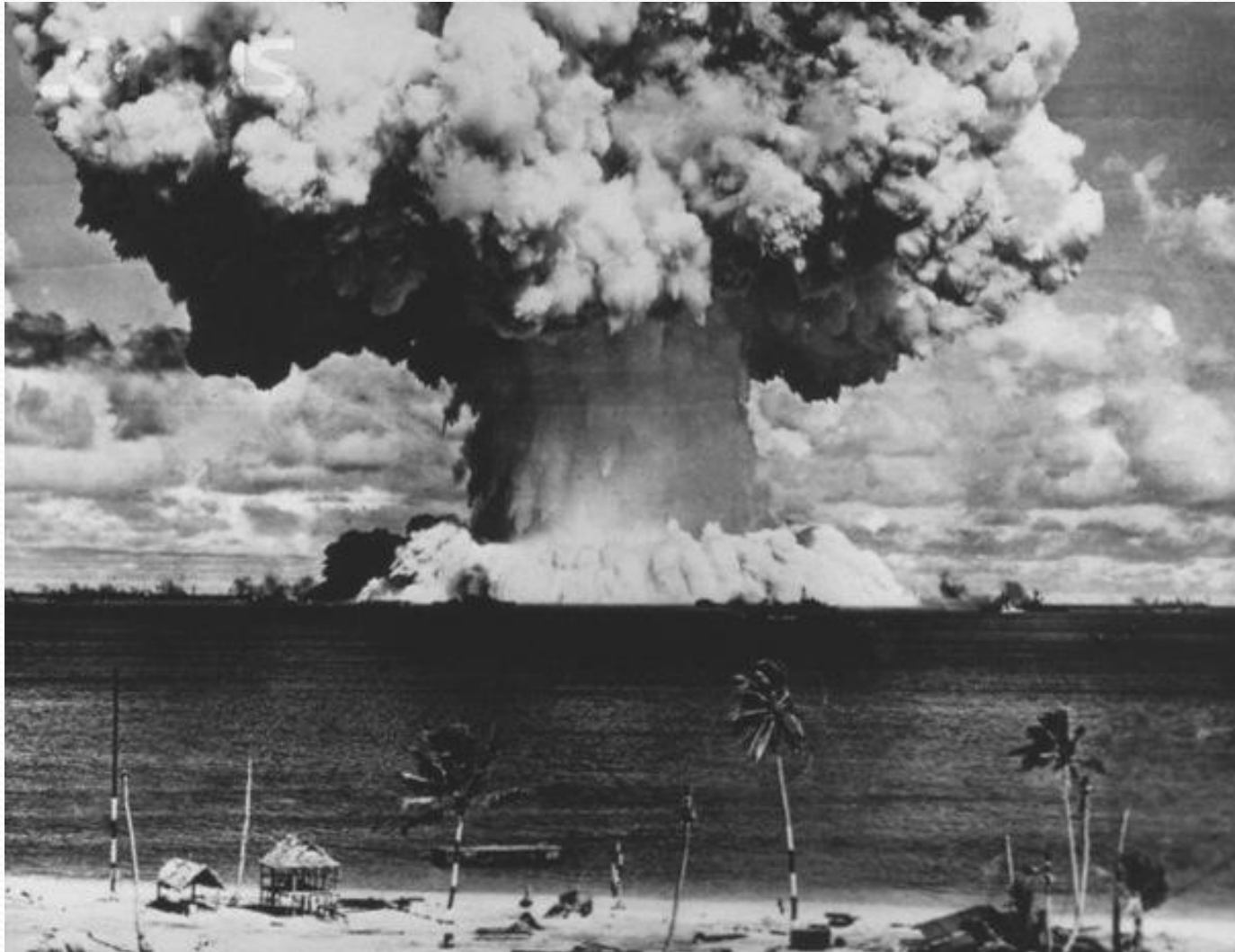
- Основными поражающими факторами надводного взрыва являются:
- воздушная ударная волна,
- подводная ударная волна,
- световое излучение,
- проникающая радиация,
- электромагнитный импульс,
- радиоактивное заражение акватории и береговой зоны.

Подводный ядерный взрыв

Подводным ядерным взрывом называется взрыв, произведенный в воде на определенной глубине.



Подводный ядерный взрыв



Подводный ядерный взрыв

Основными поражающими факторами подводного взрыва являются:

- подводная ударная волна (цунами),
- воздушная ударная волна,
- радиоактивное заражение акватории, участков побережья и береговых объектов.

При подводных ядерных взрывах выброшенный грунт может перегородить русло реки и вызвать затопление обширных районов.

Высотный ядерный взрыв

Высотным ядерным взрывом называется взрыв, произведенный выше границы тропосферы Земли (выше 10 км).

Основными поражающими факторами **высотных взрывов** являются:

- воздушная ударная волна (на высоте до 30 км),
- проникающая радиация,
- световое излучение (на высоте до 60 км),
- рентгеновское излучение,
- газовый поток (разлетающиеся продукты взрыва),
- электромагнитный импульс,
- ионизация атмосферы (на высоте свыше 60 км).

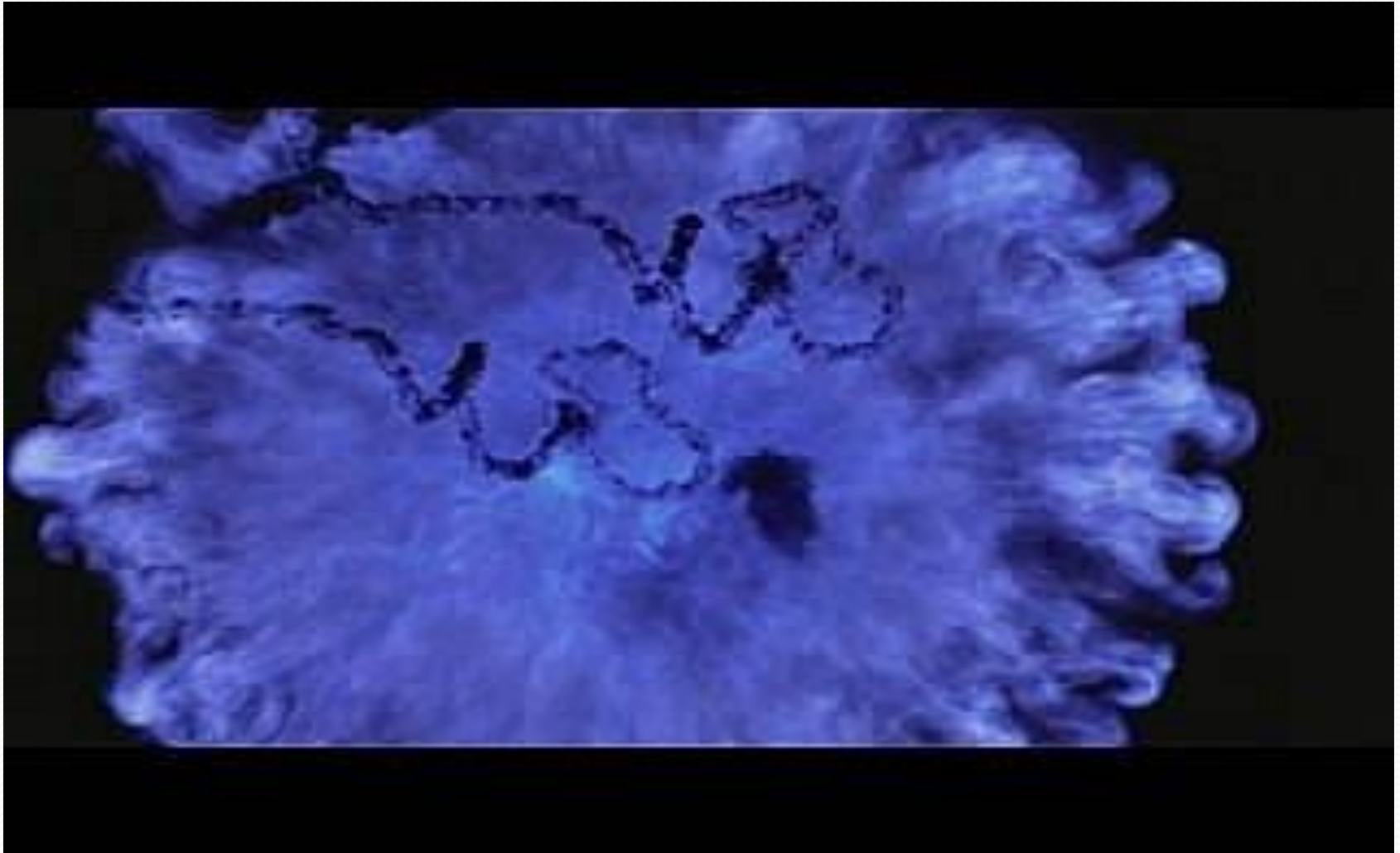
Стратосферный ядерный взрыв

Высотные ядерные взрывы подразделяются на:

- стратосферные — взрывы на высотах от 10 до 80 км,
- космические — взрывы на высотах более 80 км.



Стратосферный ядерный взрыв



Стратосферный ядерный взрыв

Поражающими факторами стратосферных взрывов являются:

- рентгеновское излучение,
- проникающая радиация,
- воздушная ударная волна,
- световое излучение,
- газовый поток,
- ионизация среды,
- электромагнитный импульс,
- радиоактивное заражение воздуха.

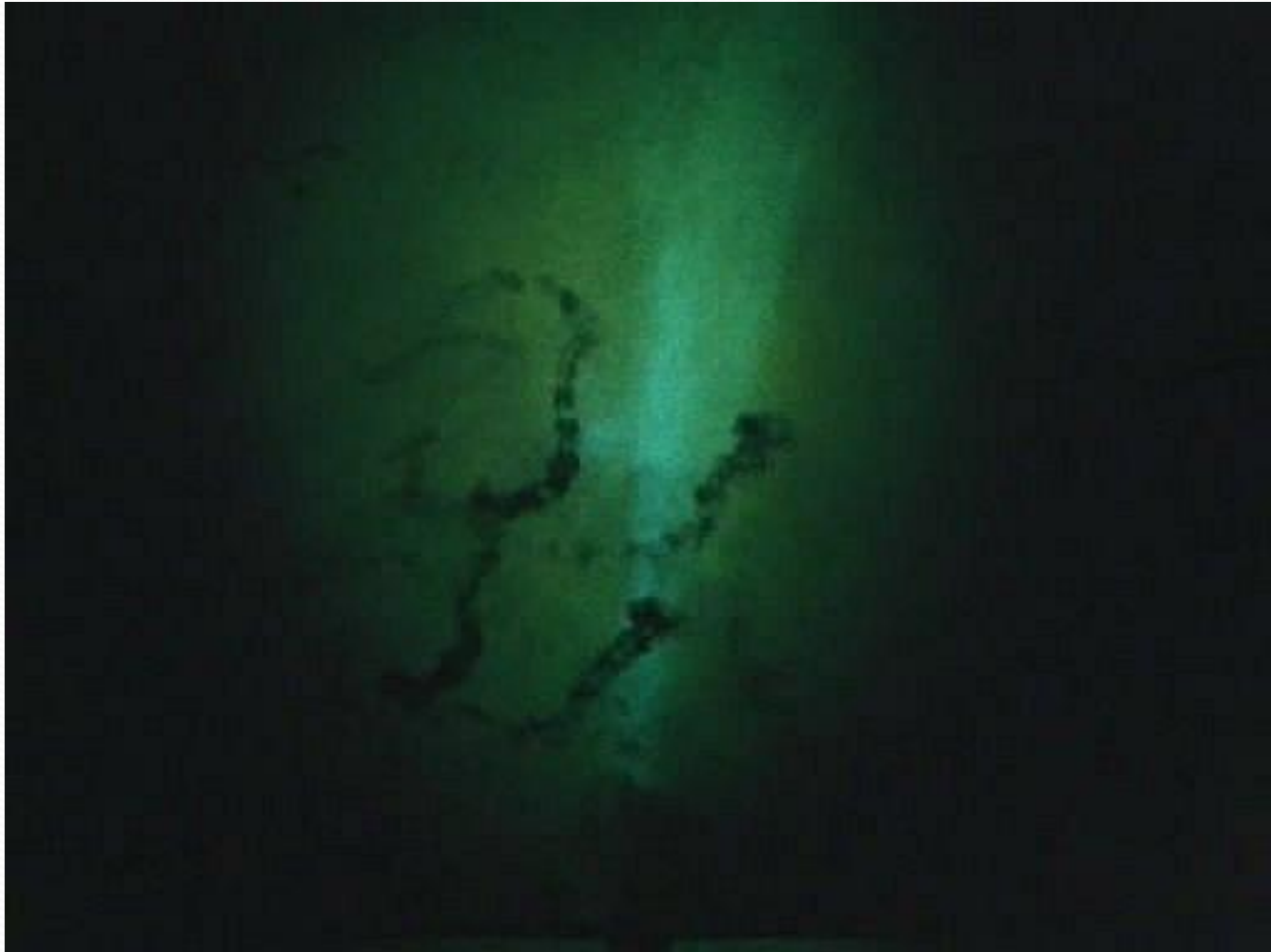
Космический ядерный взрыв

Космические взрывы отличаются от стратосферных не только значениями характеристик сопровождающих их физических процессов, но и самими физическими процессами.

Поражающими факторами космических ядерных взрывов являются:

- проникающая радиация;
- рентгеновское излучение;
- ионизация атмосферы, вследствие которой возникает люминисцентное свечение воздуха, длящееся часами;
- газовый поток;
- электромагнитный импульс;
- слабое радиоактивное заражение воздуха.

Космический ядерный взрыв



Поражающие факторы ядерного взрыва

Основные поражающие факторы и распределение доли энергии ядерного взрыва:

- ударная волна – 35%;
- световое излучение – 35%;
- проникающая радиация – 5%;
- радиоактивное заражение – 6%.
- электромагнитный импульс – 1%

Одновременное воздействие нескольких поражающих факторов приводит к комбинированным поражениям личного состава. Вооружение, техника и фортификационные сооружения выходят из строя главным образом от воздействия ударной волны.

Ударная волна

Ударная волна (УВ) — область резко сжатого воздуха, распространяющаяся во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью.

Раскаленные пары и газы, стремясь расшириться, производят резкий удар по окружающим слоям воздуха, сжимают их до больших давлений и плотности и нагревают до высокой температуры (несколько десятков тысяч градусов). Этот слой сжатого воздуха представляет ударную волну. Передняя граница сжатого слоя воздуха называется фронтом ударной волны. За фронтом УВ следует область разряжения, где давление ниже атмосферного. Вблизи центра взрыва скорость распространения УВ в несколько раз превышает скорость звука. С увеличением расстояния от места взрыва скорость распространения волны быстро падает. На больших расстояниях ее скорость приближается к скорости распространения звука в воздухе.

Ударная волна

Ударная волна боеприпаса средней мощности проходит:

- первый километр за 1,4 с;
- второй — за 4 с;
- пятый — за 12 с.

Поражающее воздействие УВ на людей, технику, здания и сооружения характеризуется:

- скоростным напором;
- избыточным давлением во фронте движения УВ и временем ее воздействия на объект (фаза сжатия).

Ударная волна

Ударная волна боеприпаса средней мощности проходит:

- первый километр за 1,4 с;
- второй — за 4 с;
- пятый — за 12 с.

Поражающее воздействие УВ на людей, технику, здания и сооружения характеризуется:

- скоростным напором;
- избыточным давлением во фронте движения УВ и временем ее воздействия на объект (фаза сжатия).

Ударная волна

Воздействие УВ на людей может быть непосредственным и косвенным.

При **непосредственном** воздействии причиной травм является мгновенное повышение давления воздуха, что воспринимается как резкий удар, ведущий к переломам, повреждению внутренних органов, разрыву кровеносных сосудов.

При **косвенном** воздействии люди поражаются летящими обломками зданий и сооружений, камнями, деревьями, битым стеклом и другими предметами. Косвенное воздействие достигает 80 % от всех поражений.

Ударная волна

При избыточном давлении 20-40 кПа (0,2-0,4 кгс/см²) незащищенные люди могут получить легкие поражения (легкие ушибы и контузии).

Воздействие УВ с избыточным давлением 40-60 кПа приводит к поражениям средней тяжести: потеря сознания, повреждение органов слуха, сильные вывихи конечностей, поражения внутренних органов.

Крайне тяжелые поражения, нередко со смертельным исходом, наблюдаются при избыточном давлении свыше 100 кПа.

Ударная волна

Степень поражения ударной волной различных объектов зависит от мощности и вида взрыва, механической прочности (устойчивости объекта), а также от расстояния, на котором произошел взрыв, рельефа местности и положения объектов на местности.

Для защиты от воздействия УВ следует использовать:

траншеи, щели и окопы, снижающие действие в 1,5-2 раза;

блиндажи — в 2-3 раза;

убежища — в 3-5 раз;

подвалы домов (зданий);

рельеф местности (лес, овраги, лощины и т. д.).

Световое излучение

Световое излучение — это поток лучистой энергии, включающий ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи.

Его источник — светящаяся область, образуемая раскаленными продуктами взрыва и раскаленным воздухом.

Световое излучение распространяется практически мгновенно и длится, в зависимости от мощности ядерного взрыва, до 20 с. Однако сила его такова, что, несмотря на кратковременность, оно способно вызывать ожоги кожи (кожных покровов), поражение (постоянное или временное) органов зрения людей и возгорание горючих материалов объектов. В момент образования светящейся области температура на ее поверхности достигает десятков тысяч градусов.

Основным поражающим фактором светового излучения является световой импульс.

Световое излучение

Световой импульс — количество энергии в калориях, падающей на единицу площади поверхности, перпендикулярной направлению излучения, за все время свечения.

Ослабление светового излучения возможно вследствие экранирования его атмосферной облачностью, неровностями местности, растительностью и местными предметами, снегопадом или дымом.

Так, густой лее ослабляет световой импульс в А-9 раз, редкий — в 2-4 раза, а дымовые (аэрозольные) завесы — в 10 раз.

Световое излучение

Для защиты населения от светового излучения необходимо использовать защитные сооружения, подвалы домов и зданий, защитные свойства местности. Любая преграда, способная создать тень, защищает от прямого действия светового излучения и исключает ожоги.

Проникающая радиация

Проникающая радиация — поток гамма-лучей и нейтронов, излучаемых из зоны ядерного взрыва. Время ее действия составляет 10-15 с, дальность — 2-3 км от центра взрыва.

При обычных ядерных взрывах нейтроны составляют примерно 30 %, при взрыве нейтронных боеприпасов — 70-80 % от γ -излучения.

Поражающее действие проникающей радиации основано на ионизации клеток (молекул) живого организма, приводящей к гибели. Нейтроны, кроме того, взаимодействуют с ядрами атомов некоторых материалов и могут вызвать в металлах и технике наведенную активность.

Проникающая радиация

γ излучение — фотонное излучение (с энергией фотонов 10^{15} — 10^{12} Дж), возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер, ядерных превращениях или при аннигиляции частиц.

Проникающая радиация

Гамма-излучение — это фотоны, т.е. электромагнитная волна, несущая энергию. В воздухе оно может проходить большие расстояния, постепенно теряя энергию в результате столкновений с атомами среды. Интенсивное гамма-излучение, если от него не защититься, может повредить не только кожу, но и внутренние ткани. Плотные и тяжелые материалы, такие как железо и свинец, являются отличными барьерами на пути гамма-излучения.

Проникающая радиация

Основным параметром, характеризующим проникающую радиацию, является:

- для γ -излучений — доза и мощность дозы излучения,
- для нейтронов — поток и плотность потока.

Допустимые дозы облучения населения в военное время:

- однократная — в течение 4 суток 50 Р;
многократная — в течение 10-30 суток 100 Р;
- в течение квартала — 200 Р;
- в течение года — 300 Р.

Проникающая радиация

В результате прохождения излучений через материалы окружающей среды уменьшается интенсивность излучения. Ослабляющее действие принято характеризовать слоем половинного ослабления, т. е. такой толщиной материала, проходя через которую радиация уменьшается в 2 раза.

Например, в 2 раза ослабляют интенсивность γ -лучей:

- сталь толщиной 2,8 см,
- бетон — 10 см,
- грунт — 14 см,
- дерево — 30 см.

В качестве защиты от проникающей радиации используются защитные сооружения **ГО**, которые ослабляют ее воздействие от 200 до 5000 раз. Слой фунта в 1,5 м защищает от проникающей радиации практически полностью.

Радиоактивное загрязнение (заражение)

Радиоактивное загрязнение воздуха, местности, акватории и расположенных на них объектов происходит в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из облака ядерного взрыва.

При температуре примерно 1700°C свечение светящейся области ядерного взрыва прекращается и она превращается в темное облако, к которому поднимается пылевой столб (поэтому облако имеет грибовидную форму).

Это облако движется по направлению ветра, и из него выпадают РВ.

Радиоактивное загрязнение (заражение)

Источниками РВ в облаке являются продукты деления ядерного горючего (урана, плутония), непрореагировавшая часть ядерного горючего и радиоактивные изотопы, образующиеся в результате действия нейтронов на грунт (наведенная активность). Эти РВ, находясь на загрязненных объектах, распадаются, испуская ионизирующие излучения, которые фактически и являются поражающим фактором.

Параметрами радиоактивного загрязнения являются:

- доза облучения (по воздействию на людей),
- мощность дозы излучения — уровень радиации (по степени загрязнения местности и различных объектов).

Эти параметры являются количественной характеристикой поражающих факторов: радиоактивного загрязнения при аварии с выбросом РВ, а также радиоактивной загрязнением и проникающей радиации при ядерном взрыве.

Радиоактивное загрязнение (заражение)

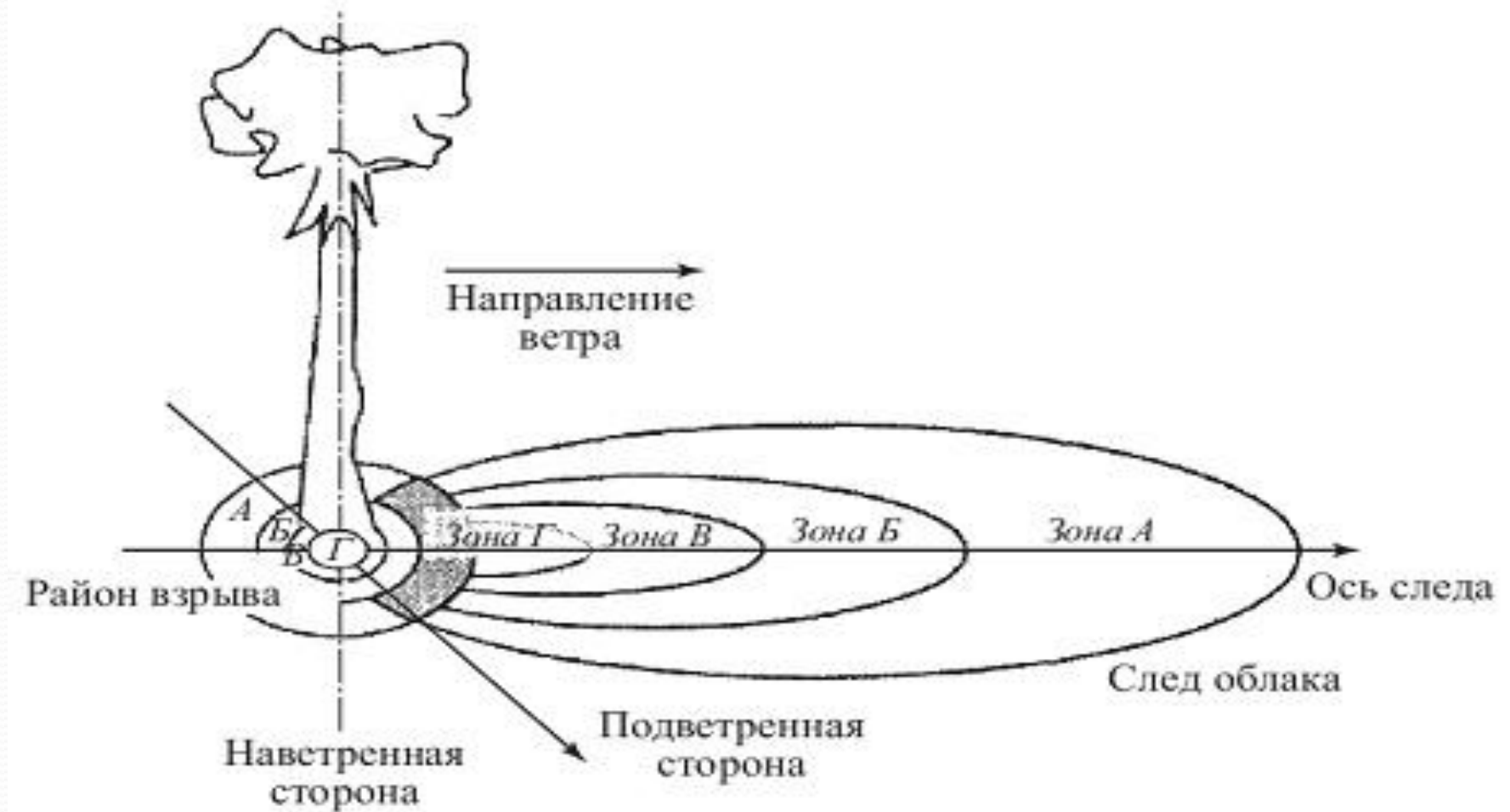


Схема радиоактивного загрязнения местности в районе ядерного взрыва и по следу движения облака

Радиоактивное загрязнение (заражение)

Уровни радиации на внешних границах этих зон через 1 час после взрыва составляет соответственно 8, 80, 240, 800 рад/ч.

Большая часть радиоактивных осадков, вызывающая радиоактивное заражение местности, выпадает из облака за 10-20 ч после ядерного взрыва.

Электромагнитный импульс

Электромагнитный импульс (ЭМИ) — это совокупность электрических и магнитных полей, возникающих в результате ионизации атомов среды под воздействием гамма-излучения. Продолжительность его действия составляет несколько миллисекунд.

Основными параметрами ЭМИ являются наводимые в проводах и кабельных линиях токи и напряжения, которые могут приводить к повреждению и выводу из строя радиоэлектронной аппаратуры, а иногда и к повреждению работающих с аппаратурой людей.

Электромагнитный импульс

При наземном и воздушном взрывах поражающее действие электромагнитного импульса наблюдается на расстоянии нескольких километров от центра ядерного взрыва.

Наиболее эффективной защитой от электромагнитного импульса является экранирование линий энергоснабжения и управления, а также радио- и электроаппаратуры.

Обстановка, складывающаяся при применении ядерного оружия в очагах поражения.

Очаг ядерного поражения — это территория, в пределах которой в результате применения ядерного оружия произошли массовые поражения и гибель людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений, коммунально-энергетических и технологических сетей и линий, транспортных коммуникаций и других объектов.

Зоны очага ядерного взрыва

Для определения характера возможных разрушений, объема и условий проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ очаг ядерного поражения условно делят на четыре зоны:

- полных,
- сильных,
- средних,
- слабых разрушений.

Зона полных разрушений

Зона полных разрушений имеет на границе избыточное давление на фронте ударной волны 50 кПа и характеризуется:

- массовыми безвозвратными потерями среди незащищенного населения (до 100 %),
- полными разрушениями зданий и сооружений,
- разрушениями и повреждениями коммунально-энергетических и технологических сетей и линий, а также части убежищ гражданской обороны,
- образованием сплошных завалов в населенных пунктах.
- Лес полностью уничтожается.

Зона сильных разрушений

Зона сильных разрушений с избыточным давлением на фронте ударной волны от 30 до 50 кПа характеризуется:

- массовыми безвозвратными потерями (до 90 %) среди незащищенного населения,
- полными и сильными разрушениями зданий и сооружений,
- повреждением коммунально- энергетических и технологических сетей и линий,
- образованием местных и сплошных завалов в населенных пунктах и лесах,
- сохранением убежищ и большинства противорадиационных укрытий подвального типа.

Зона средних разрушений

Зона средних разрушений с избыточным давлением от 20 до 30 кПа.

Характеризуется:

- безвозвратными потерями среди населения (до 20 %),
- средними и сильными разрушениями зданий и сооружений,
- образованием местных и очаговых завалов, сплошных пожаров,
- сохранением коммунально-энергетических сетей,
- убежищ и большинства противорадиационных укрытий.

Зона слабых разрушений

Зона слабых разрушений с избыточным давлением от 10 до 20 кПа характеризуется слабыми и средними разрушениями зданий и сооружений.

Очаг поражения по количеству погибших и пораженных может быть соизмерим или превосходить очаг поражения при землетрясении.

Так, при бомбежке (мощность бомбы до 20 кт) города Хиросима 6 августа 1945 г. его большая часть (60 %) была разрушена, а число погибших составило до 140 000 чел.

Воздействие ионизирующих излучений

Персонал объектов экономики и население, попадающие в зоны радиоактивного заражения, подвергаются воздействию ионизирующих излучений, что вызывает лучевую болезнь. Тяжесть болезни зависит от полученной дозы излучения (облучения). Зависимость степени лучевой болезни от величины дозы излучения приведена в таблице на следующем слайде.

Воздействие ионизирующих излучений

Зависимость степени лучевой болезни от величины дозы облучения

Степень лучевой болезни	Доза излучения, вызывающая заболевание, рад	
	людей	животных
Легкая (I)	100-200	150-250
Средняя (II)	200-400	250-400
Тяжелая (III)	400-600	400-750
Крайне тяжелая (IV)	Более 600	Более 750

Воздействие ионизирующих излучений

В условиях военных действий с применением ядерного оружия в зонах радиоактивного заражения могут оказаться обширные территории, а облучение людей — принять массовый характер.

Для исключения переоблучения персонала объектов и населения в таких условиях и для повышения устойчивости функционирования объектов народного хозяйства в условиях радиоактивного заражения па военное время устанавливают допустимые дозы облучения.

Они составляют:

- при однократном облучении (до 4 суток) — 50 рад;
- многократном облучении:
 - а) до 30 суток — 100 рад;
 - б) 90 суток — 200 рад;
- систематическом облучении (в течение года) 300 рад.

Воздействие ионизирующих излучений

Рад (rad, сокращенно от англ. radiation absorbed dose — поглощённая доза излучения), внесистемная единица поглощённой **ДОЗЫ** излучения; она применима к любым видам ионизирующих излучений и соответствует энергии излучения 100 эрг, поглощённой облученным веществом массой 1 г.

$$1 \text{ рад} = 2,388 \times 10^{-6} \text{ кал/г} = 0,01 \text{ Дж/кг.}$$

Воздействие ионизирующих излучений

ЗИВЕРТ (sievert) - единица эквивалентной дозы излучения в системе СИ, равная эквивалентной дозе в случае, если доза поглощенного ионизирующего излучения, умноженная на условный безразмерный фактор, составляет 1 Дж/кг.

Так как различные виды излучения вызывают разное воздействие на биологическую ткань, то используется взвешенная поглощенная доза излучения, называемая также эквивалентной дозой; она получается путем модифицирования поглощенной дозы за счет ее умножения на условный безразмерный фактор, принятый Международной комиссией по защите от рентгеновского излучения.

В настоящее время зиверт все больше вытесняет выходящий из употребления физический эквивалент рентгена (ФЭР).

Радиоактивность: альфа-, бета-, гамма-излучение

Слово «радиация» происходит от латинского **radius** и обозначает луч.

В принципе радиация – это все виды существующих в природе излучений – радиоволны, видимый свет, ультрафиолет и так далее.