



МКУ «Служба гражданской защиты г. Апатиты»

## Курсы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций

# ЛЕКЦИЯ

## Поражающие факторы ядерного взрыва

Апатиты

# Виды ядерных взрывов

Ядерный взрыв - это процесс быстрого освобождения большого количества внутриядерной энергии в ограниченном объеме.

В зависимости от свойств окружающей зону взрыва среды

## Высотный

-это взрыв, для которого средой, окружающей зону взрыва, является разряженный воздух (на высотах свыше 10 км).

стратосферный (на высотах от 10 до 80 км);  
космический (на высотах более 80 км).

## Воздушный

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

## Наземный (надводный)

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

## Подземный (подводный)

-это взрыв, произведенный под землей (под водой) и характеризующийся выбросом большого количества грунта (воды), перемешанного с продуктами ядерного взрывчатого вещества.

# Развитие ядерного взрыва

Взрыв начинается кратковременной ослепительной вспышкой  
(воздушный ядерный взрыв)

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 (**проникающая радиация**), которые образуются в ходе цепной ядерной реакции и в процессе распада радиоактивных осколков деления ядерного заряда

Под действием мгновенного гамма-излучения происходит ионизация атомов окружающей среды, что приводит к возникновению **электромагнитного импульса**

В центре ЯВ температура мгновенно повышается до несколько млн. град., 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**

Огненный шар быстро поднимается вверх, при этом образуется облако грибовидной формы. Облако под действием воздушных течений переносится на большие расстояния, создавая **радиоактивное заражение местности**

# Формирование поражающих факторов

с  
е  
р  
а  
з  
в  
и  
я  
я  
д  
е  
р  
н  
о  
г  
о  
в  
з  
р  
ы  
в  
а

**Мгновенное гамма-нейтронное излучение**

Формируется на стадии протекания реакций деления синтеза

**Осколочное гамма-излучение и запаздывающие нейтроны – другие компоненты проникающей радиации**

Образуются при радиоактивном распаде продуктов деления

**Электромагнитный импульс ядерного взрыва**

Возникает при взаимодействии проникающей радиации с окружающей средой

**Рентгеновское излучение**

Испускается в результате прогрева наружных оболочек заряда и боеприпаса до высоких температур

**Газовый поток**

Создает расширяющуюся испаренная масса боеприпаса

**Ударная волна и световое излучение**

Формируется при взаимодействии рентгеновского излучения и газового потока с окружающей средой

**Радиоактивное заражение местности**

Создают радиоактивные продукты деления и активизации нейтронами материалов ЯБП и окружающей среды

## Физические явления, основные поражающие факторы и боевое назначение ядерных взрывов

| Вид взрыва                       | Физические явления                                                                                                                                                                        | Основные поражающие факторы                                                                                                                                                           | Боевое назначение                                                                                                                                 |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Высотный:<br/>космический</b> | Взрыв сопровождается кратковременной вспышкой. Видимого облака взрыва не образуется                                                                                                       | Проникающая радиация, радиационные пояса, рентгеновское излучение, газовый поток, ионизация среды, электромагнитный импульс, слабое радиоактивное заражение                           | Уничтожение ГЧ ракет (ББ), искусственных спутников Земли, ракет, самолетов и других летательных аппаратов. Создание помех радиосвязи и управлению |
| <b>стратосферный</b>             | В месте взрыва развивается светящаяся область, форма и размеры которой, а также длительность свечения зависят от плотности воздуха. Образуется облако взрыва, которое быстро рассеивается | Рентгеновское излучение, проникающая радиация, воздушная ударная волна, световое излучение, газовый поток, ионизация среды, электромагнитный импульс, радиоактивное заражение воздуха |                                                                                                                                                   |

| Вид взрыва                              | Физические явления                                                                                                                                                                                        | Основные поражающие факторы                                                                                                                                                                                                | Боевое назначение                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Воздушный:</b><br><br><b>высокий</b> | В воздухе развивается сферическая светящаяся область, которая затем превращается в облако взрыва. С поверхности земли поднимается пылевой столб. Образуется характерное грибовидное облако взрыва         | Воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, ионизация и радиоактивное заражение воздуха, ЭМИ, слабое рентгеновское излучение, незначительное радиоактивное заражение местности                      | Поражение личного состава, а также ВВТ и кораблей, уничтожение воздушных целей (ГЧ ракет, самолетов, вертолетов и т.п.). Разрушение объектов, состоящих из сооружений малой прочности |
| <b>низкий</b>                           | Сферическая светящаяся область деформируется отраженной от земли ударной волной и затем превращается в облако взрыва. С поверхности земли поднимается пылевой столб. Образуется грибовидное облако взрыва | Воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, ионизация и радиоактивное заражение воздуха, ЭМИ, слабые радиоактивное заражение местности и пылеобразование, очень слабые сеймовзрывные волны в грунте |                                                                                                                                                                                       |

| Вид взрыва                                                                                   | Физические явления                                                                                                                                                                                                                                   | Основные поражающие факторы                                                                                                                                                                                                    | Боевое назначение                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Наземный:</b><br><br><b>надземный</b>                                                     | <p>В воздухе развивается светящаяся область, которая имеет форму усеченной сферы, лежащей основанием на поверхности земли. Образуется пылевое облако. Развивается грибовидное облако взрыва. Поверхность земли в эпицентре взрыва продавливается</p> | <p>Воздушная ударная волна, световое излучение, ЭМИ, радиоактивное заражение местности и воздуха, пылеобразование, проникающая радиация, ионизация воздуха, слабые сейсмозрывные волны в грунте</p>                            | <p>Поражение личного состава в прочных укрытиях.</p> <p>Разрушение объектов, имеющих сооружения большой прочности.</p> |
| <b>Приповерхностный:</b><br><br><b>приземный</b><br><b>контактный</b><br><b>заглубленный</b> | <p>Светящаяся область имеет форму полусферы, лежащей основанием на поверхности земли. Образуется мощное пылевое облако. Развивается грибовидное облако взрыва темных тонов. На поверхности земли образуется воронка значительных размеров</p>        | <p>Воздушная ударная волна, сейсмозрывные волны в грунте, местное действие взрыва на грунт, радиоактивное заражение местности и воздуха, пылеобразование, световое излучение, ЭМИ, проникающая радиация, ионизация воздуха</p> | <p>Создание заградительных полос и зон заражения</p>                                                                   |

| Вид взрыва                                       | Физические явления                                                                                                                                                                                    | Основные поражающие факторы                                                                                                                                                               | Боевое назначение                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Подземный:<br/><br/>с выбросом<br/>грунта</b> | В воздух выбрасывается большое количество грунта с образованием радиоактивного облака и базисной пылевой волны. Образуется большая воронка, вокруг которой создается вал из обломков породы           | Сейсмовзрывные волны в грунте, местное действие взрыва на грунт, радиоактивное заражение местности и воздуха, пылеобразование, слабые воздушная ударная волна, проникающая радиация и ЭМИ | <b>Создание<br/>заграждений,<br/>затоплений и зон<br/>заражения.<br/><br/>Разрушение особо<br/>прочных подземных<br/>сооружений плотин и<br/>взлетно -посадочных<br/>полос</b> |
| <b>без выброса<br/>грунта</b>                    | Происходит расплавление и разрушение породы вокруг центра взрыва под землей, приводящее к образованию котловой полости и столба обрушения. На поверхности земли может образоваться провальная воронка | Сейсмовзрывные волны в грунте                                                                                                                                                             | <b>Разрушение особо<br/>прочных подземных<br/>сооружений,<br/>метрополитенов</b>                                                                                               |



| Вид взрыва       | Физические явления                                                                                                                                             | Основные поражающие факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Боевое назначение                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Надводный</b> | Образуется светящаяся область. Происходит сильное испарение воды. Поднимается мощное облако водяного пара                                                      | Воздушная ударная волна, световое излучение, ЭМИ, радиоактивное заражение воды, прибрежных участков суши и воздуха, проникающая радиация. Подводная ударная волна, пароводяное облако и пароводяной столб                                                                                                                             | Поражение надводных кораблей и подводных лодок в надводном положении.<br>Разрушение гидротехнических сооружений                                                                                                     |
| <b>Подводный</b> | Над местом взрыва поднимается столб воды, образуется взрывной султан и базисная волна. На поверхности воды возникает серия концентрических гравитационных волн | Подводная ударная волна, взрывной султан, проникающая радиация, радиоактивное заражение воды, прибрежных участков суши и воздуха, гравитационные волны, сейсмозврывные волны в грунте дна и волны сейсмического происхождения в воде, воздушная ударная волна, пароводяное облако и пароводяной столб при взрыве на небольшой глубине | Поражение подводных лодок в подводном положении и надводных кораблей.<br>Разрушение гидротехнических и береговых сооружений, сооружений ГЭС, средств противодесантной обороны, минных и противолодочных заграждений |

## Сводная таблица поражающих факторов ядерных взрывов

| Виды ЯВ   | Поражающие факторы |                    |                      |                                 |     |                            |
|-----------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|-----|----------------------------|
|           | Ударная волна      | Световое излучение | Проникающая радиация | Радиоактивное заражение         | ЭМИ | Сейсмозрывные волны        |
| Высотный  | +                  | +                  | +                    | Радиоактивное заражение воздуха | +   | Нет                        |
| Воздушный | +                  | +                  | +                    | В эпицентре низких ЯВ           | +   | Нет                        |
| Наземный  | +                  | +                  | +                    | Сильное                         | +   | +                          |
| Подземный | Нет                | Нет                | Нет                  | Сильное                         | Нет | Основной поражающий фактор |

# Характеристика основных поражающих факторов ядерных взрывов

## Воздушная ударная волна ядерного взрыва

Ударная волна - возникает в результате расширения светящейся раскаленной массы газов в центре взрыва и представляет собой область резкого сжатия воздуха, которая распространяется со сверхзвуковой скоростью.

Фронт ударной волны - передняя граница сжатой области.

Скоростной напор - движение воздуха в ударной волне.

### Основные параметры ударной волны

Избыточное давление во фронте

Скорость распространения фронта

Скорость воздуха во фронте

Плотность воздуха во фронте

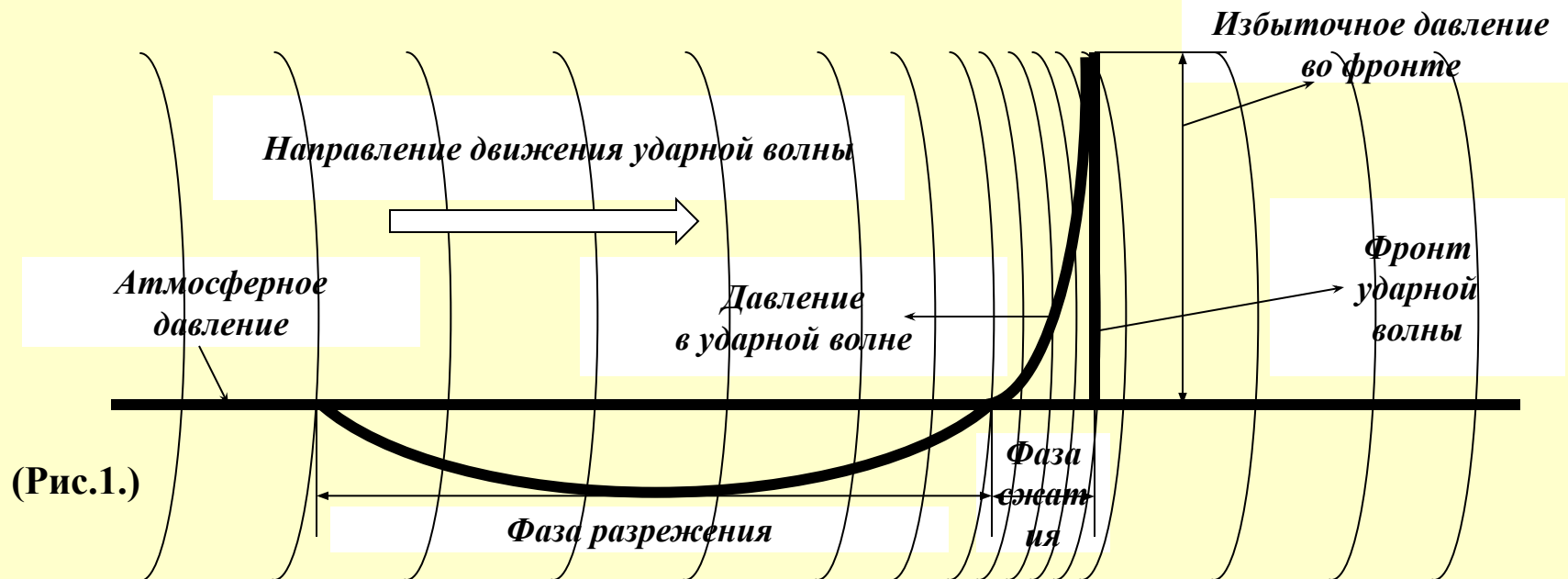
Температура воздуха во фронте

Давление скоростного напора воздуха во фронте

Длительность фазы сжатия

Параметры ударной волны зависят от мощности и вида ядерного взрыва, а также удаления от центра взрыва

## Изменение давления при прохождении ударной волны



С приходом фронта волны в какую-либо точку пространства давление воздуха резко (скачком) увеличивается и достигает максимальной величины (Рис.1.) Так же резко в этой точке увеличивается плотность, массовая скорость и температура воздуха. Повышенное давление воздуха сохраняется в течение времени, называемого *фазой сжатия*. К концу фазы сжатия давление воздуха уменьшается до атмосферного. За фазой сжатия следует *фаза разрежения*, в течение которой давление воздуха, постепенно уменьшаясь, достигает минимума, а затем вновь увеличивается до атмосферного. Абсолютная величина уменьшения давления в фазе разрежения не превышает 0,3 кгс/см кв. Непосредственно за фронтом ударной волны скорость движения воздуха имеет максимальное значение, а затем постепенно уменьшается. В фазе сжатия воздух движется в направлении от центра взрыва, а в фазе разрежения - к центру взрыва.

В  
ы  
з  
в  
а  
е

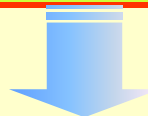
## Поражающее действие ударной волны

Прямым  
воздействием  
избыточного  
давления

Поражаются

Объекты больших  
размеров  
(здания и др.)

Косвенным  
воздействием  
ударной волны  
(обломками зданий,  
деревьями и т.п.)

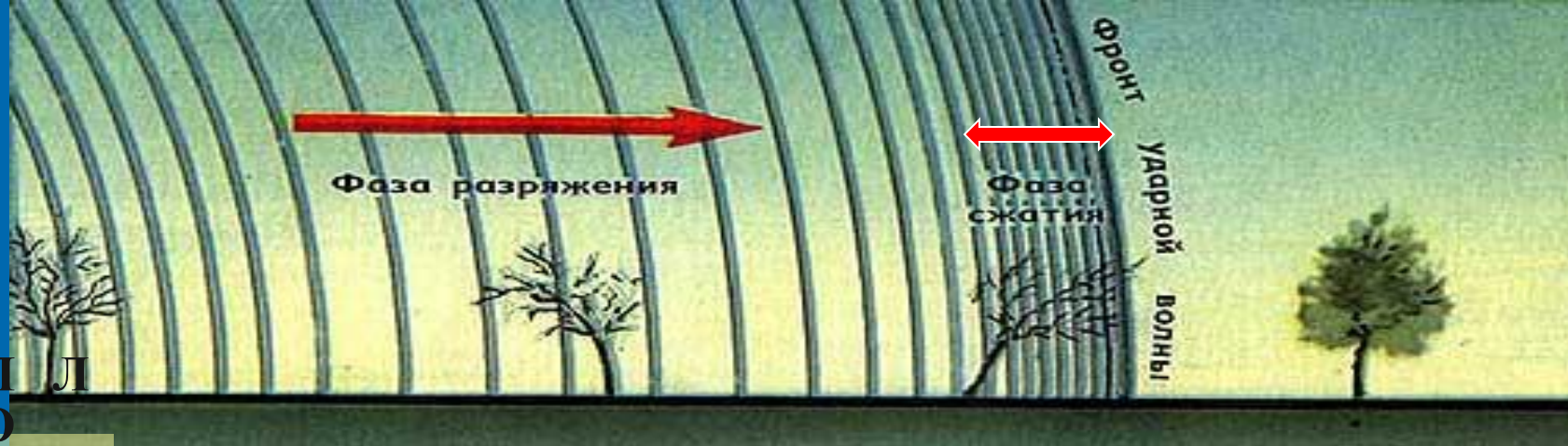


Тяжесть поражения  
может быть больше,  
чем от  
непосредственного  
действия ударной  
волны, а количество  
пораженных-  
преобладающим

Метательным  
действием  
(скоростным  
поток),  
обусловленным  
движением воздуха в  
волне

Поражаются

Личный состав, ВВТ,  
расположенные на  
открытой местности



П  
О  
Р  
Ю  
А  
Ж  
Д  
Е  
Н  
Е  
И  
(Избыточное  
давление)

Легкие  
(0,2...0,4  
кг/см<sup>2</sup>)

Средние  
(0,5...0,6  
кг/см<sup>2</sup>)

Тяжелые  
(0,6...1,0  
кг/см<sup>2</sup>)

Сверхтяже-  
лые  
(более 1  
кг/см<sup>2</sup>)

Легкие травмы, ушибы,  
вывихи, переломы тонких  
костей

Травмы мозга, потеря сознания,  
разрыв барабанных перепонки,  
переломы

Тяжелые травмы мозга, повреж-  
дение органов грудной клетки,  
длительная потеря сознания,  
переломы несущих костей

Тяжелые травмы мозга  
и внутренних органов -  
летальный исход

З а щ и т а



Убежища, укрытия, складки

местности

# Характеристика разрушений и повреждений объектов

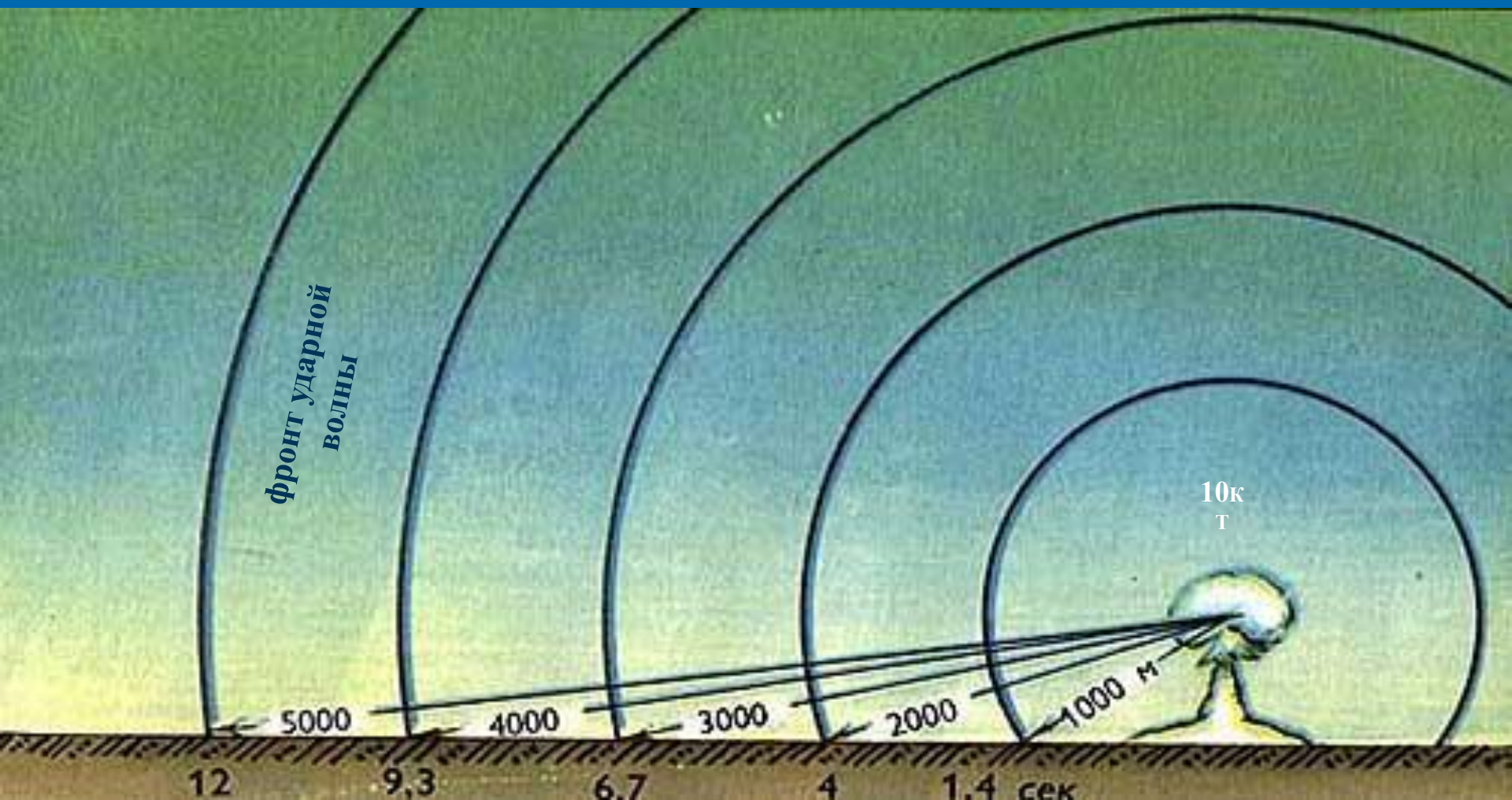
в результате действия воздушной ударной волны

| Степень разрушений                                                 | Характеристика разрушений                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Полная</b><br>$0,5 \text{ кг/см}^2$ (50 кПа)<br>и более         | Полные разрушения наземных и подземных сооружений и коммуникаций. Сплошные завалы и пожары в жилой застройке.                        |
| <b>Сильная</b><br>$0,3 \dots 0,5 \text{ кг/см}^2$<br>(30...50 кПа) | Сильные разрушения промышленных объектов, полные - кирпичных зданий.<br>Завалы, пожары.<br>Повреждения крыш, перегородок, перекрытий |
| <b>Средняя</b><br>$0,2 \dots 0,3 \text{ кг/см}^2$<br>(20...30 кПа) | Этажи промышленных объектов, сильные разрушения кирпичных и полнотелых кровли, деревянных строений.                                  |
| <b>Слабая</b><br>$0,1 \dots 0,2 \text{ кг/см}^2$<br>(10...20 кПа)  | дверей, окон. Жилые постройки - средние раз-<br>рушения. Отдельные завалы и очаги                                                    |



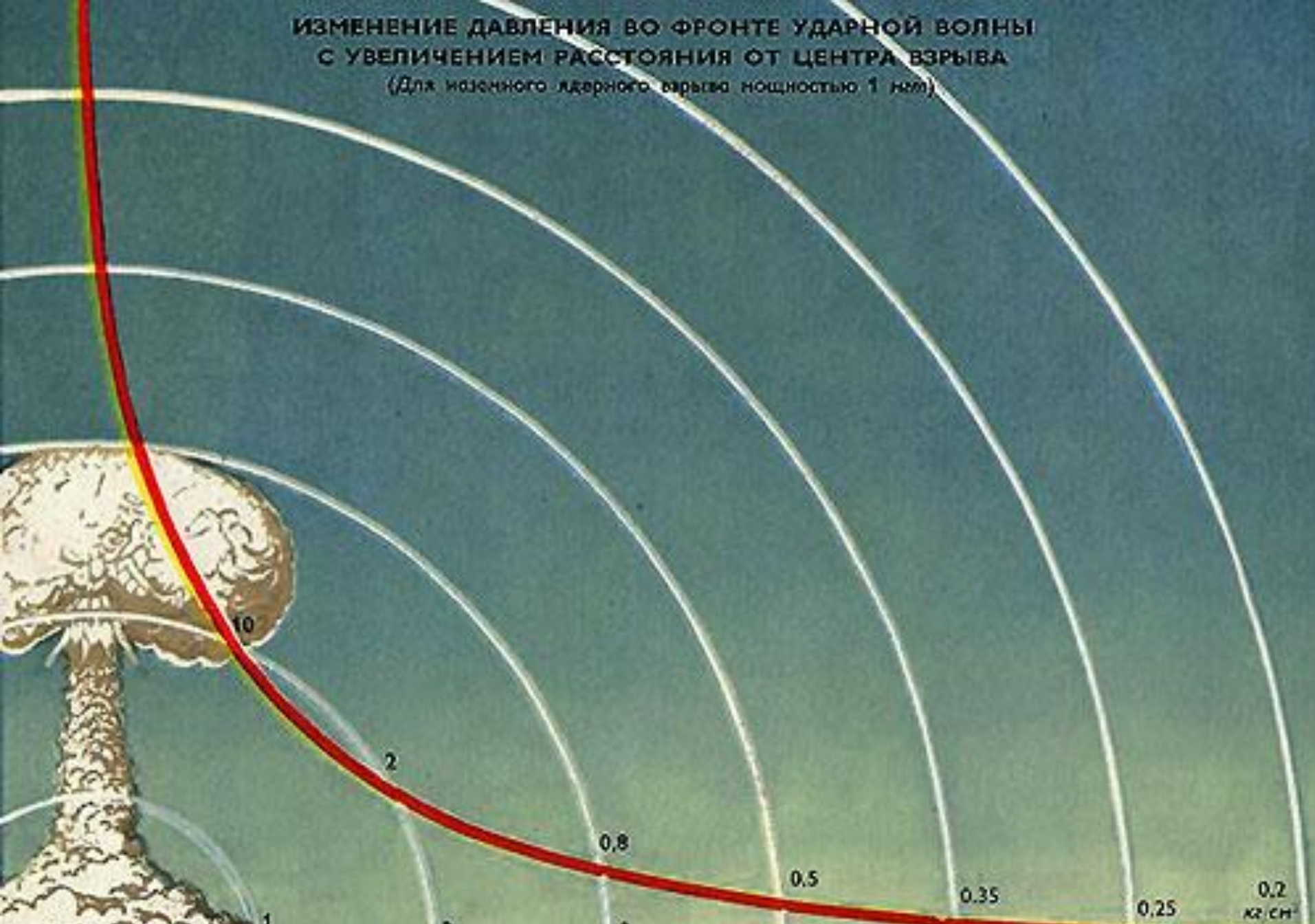
# ударная волна

Область резкого сжатия воздуха,  
распространяющаяся во все стороны  
со сверхзвуковой скоростью





**ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ВО ФРОНТЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ  
С УВЕЛИЧЕНИЕМ РАССТОЯНИЯ ОТ ЦЕНТРА ВЗРЫВА**  
(Для наземного ядерного взрыва мощностью 1 мвт)



# Влияние условий взрыва на распространение ударной волны и ее поражающее действие

## Метеорологические условия

Влияют

На параметры слабых ударных волн (меньше 0,1 кгс/см кв.)

Летом-ослабление волны по всем направлениям.

Зимой- ее усиление.

Дождь и туман - уменьшают давление в ударной волне, особенно на больших расстояниях от места ЯВ.

## Рельеф местности

Влияет

Усиливает или ослабевает действие ударной волны

На скатах обращенных к взрыву давление увеличивается, чем круче скат, тем больше давление.

На обратных скатах возвышенностей имеет место обратное явление.

В траншеях, расположенных перпендикулярно к распространению ударной волны, метательное действие меньше.

## Лесные массивы

Влияют

Деревья оказывают сопротивление движению волны

Давление в ударной волне внутри лесного массива выше, а метательное действие меньше чем на открытой местности.

Поэтому разрушающее действие волны на заглубленные сооружения, расположенные в лесу, увеличивается, а метательное действие ее на ВВТ будет слабее.

## **Защита от поражающего действия ударной волны**

### **Использование простейших укрытий:**

траншей, ходов сообщения, окопов, канав, а также естественных укрытий (оврагов, глубоких лощин), если они расположены перпендикулярно направлению на взрыв и глубина их превышает высоту укрываемого объекта

### **Использование закрытых сооружений типа убежищ и блиндажей**

На открытой местности людям необходимо к моменту прихода волны успеть лечь на землю вдоль направления движения волны.

Поражающее действие ударной волны при этом значительно снижается, так как при таком положении площадь поверхности тела, испытывающая прямой удар волны, уменьшается в несколько раз и вследствие этого снижается действие скоростного напора

Объекты, расположенные по отношению к взрыву за какой либо преградой (за холмом, высокой насыпью, в овраге и т.п.) будут защищены от прямого удара волны, и на них воздействует ослабленная волна.

## Световое излучение ядерного взрыва

Световое излучение ядерного взрыва – это электромагнитное излучение оптического диапазона, включающего ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра. Действует от десятых долей секунды до десятков секунд в зависимости от мощности взрыва.

Источником светового излучения является святающаяся область.

**Световой импульс** - основная характеристика светового излучения – это количество энергии светового излучения, падающее за все время излучения на единицу площади неподвижной незранируемой поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению прямого излучения, без учета отраженного излучения.

Световой импульс уменьшается с увеличением расстояния от взрыва.

Ослабление светового излучения зависит от состояния атмосферы

Световое излучение ослабевают

Задымленный воздух в  
индустриальных центрах

Облака, расположенные на пути  
распространения светового излучения

## Поражающее действие светового излучения

Основным видом поражающего действия светового излучения является **тепловое поражение**, наступающее при повышении температуры облучаемого объекта до определенного уровня

Тепловое воздействие вызывает

Деформацию, потерю прочности, разрушение, плавление и испарение негорючих материалов

Воспламенение и горение горючих материалов

Различной степени тяжести ожоги кожи открытых и защищенных обмундированием участков тела, повреждениям глаз человека

Нарушение действия электронно - оптических устройств, фотоприемников и светочувствительной аппаратуры

Временное ослепление людей

Основной характеристикой падающего на объект светового излучения, используемой при оценке его поражающего действия, является **импульс облучения (импульс поражения)**, количество энергии светового излучения, падающей на единицу площади облучаемой поверхности за все время излучения. Импульс облучения пропорционален световому импульсу и может быть больше или меньше его, когда конкретные условия облучения учесть невозможно принимается равенство **импульса облучения световому импульсу**.



## **В Защита от поражающего действия светового излучения**

**Л  
Ю  
Ч  
А**

### **Заблаговременное проведение защитных мероприятий, уменьшающих опасность пожаров:**

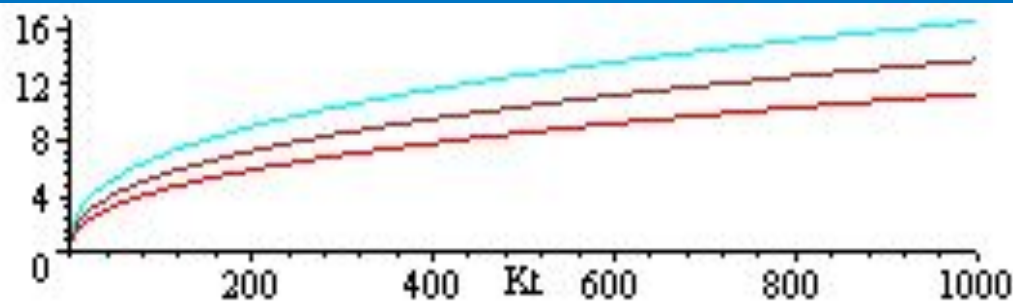
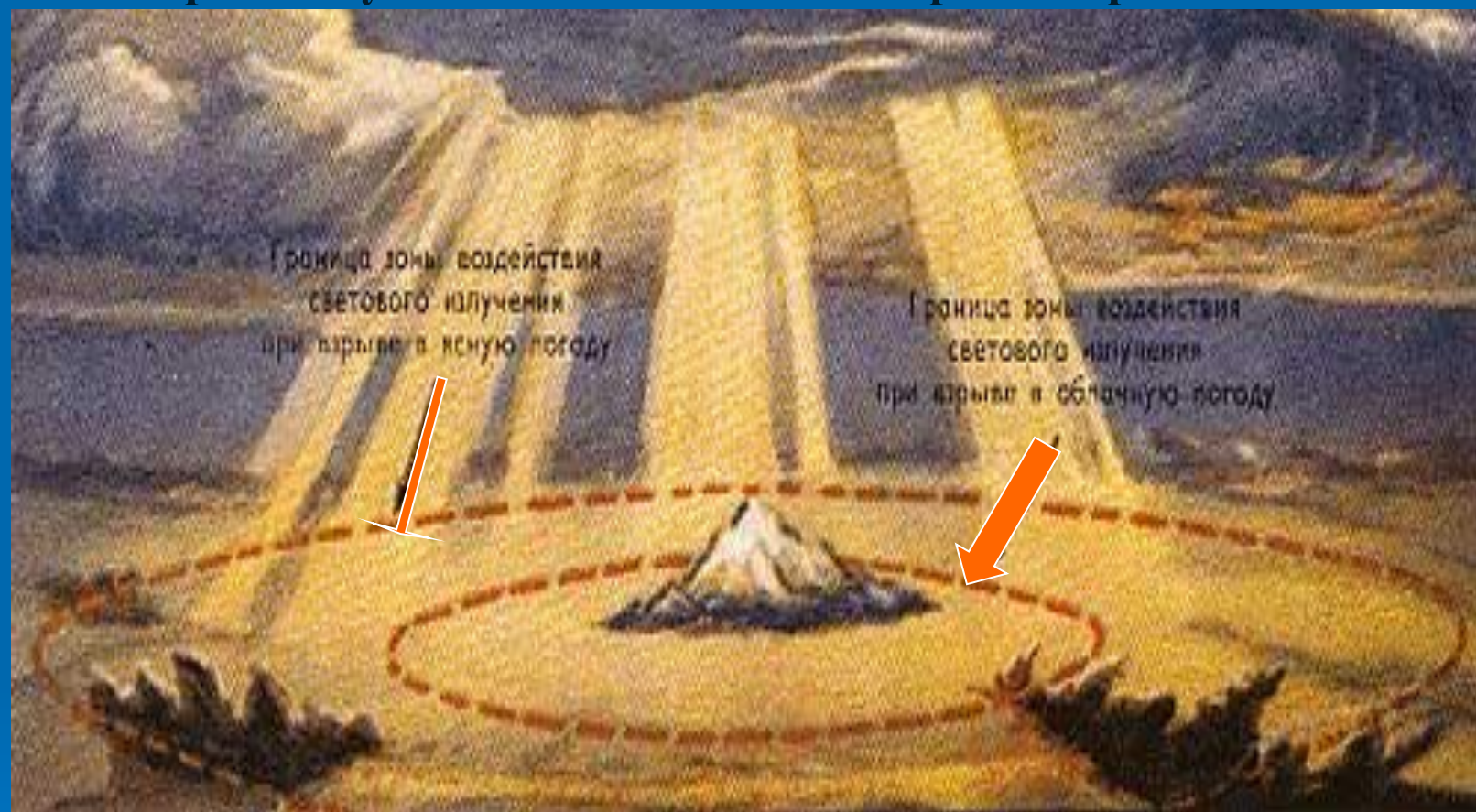
удаление легковоспламеняющихся материалов;  
обмазка горючих объектов глиной, известью или намораживанием на них корки льда;  
применение огнестойких, хорошо отражающих световое излучение материалов.

### **Своевременное принятие мер защиты людей:**

своевременное занятие укрытий в течение как можно меньшего времени после вспышки ядерного взрыва, что значительно уменьшит или исключит возможность поражения;  
наблюдение через приборы ночного видения исключает ослепление, приборы дневного видения на ночное время следует закрывать специальными шторками;  
в целях защиты глаз от ослепления личный состав должен находиться по возможности в технике с закрытыми люками, тентами, необходимо использовать фортификационные сооружения и защитные свойства местности.



**Радиус воздействия светового излучения зависит от метеоусловий: туман, дождь и снег ослабляют его интенсивность, ясная и сухая погода благоприятствуют возникновению пожаров и образованию ожогов**



**синий цвет** – ожоги I степени  
**коричневый** – ожоги II степени  
**красный** – ожоги III степени

## Проникающая радиация ядерного взрыва

с  
к  
я  
х  
а  
р  
а

Проникающая радиация представляет собой поток гамма-излучения и нейтронов.

Гамма-излучение и нейтроны различны по своим физическим свойствам.

Общим для них является то, что они распространяются в воздухе от центра взрыва на расстояния до нескольких км. и проходя через живую ткань, вызывают ионизацию атомов и молекул, входящих в состав клеток, что приводит к нарушению жизненных функций отдельных органов и развитию в организме *лучевой болезни*.

Проникающая радиация вызывает потемнение оптики, засвечивание светочувствительных фотоматериалов и выводит из строя радиоэлектронную аппаратуру.

Гамма-излучение и нейтроны действуют на любой объект практически одновременно.

## Гамма - излучение

Гамма – излучение испускается из зоны ядерного взрыва в течении нескольких секунд с момента ядерной реакции.

### Мгновенное гамма – излучение

Возникает

В процессе деления ядер и испускается за десятые доли микросек.

Роль в поражающем действии - незначительна

### Вторичное гамма – излучение

Возникает

При неупругом рассеянии и захвате нейтронов в воздухе

Является основным компонентом гамма-излучения-действует мгновенно

### Осколочное гамма – излучение

Возникает

В ходе радиоактивного распада осколков деления

Является основным компонентом гамма-излучения-действует в течении 10-20 с после взрыва

Гамма – излучение значительно ослабляется в воздухе. Степень ионизации среды гамма – излучением определяется *дозой гамма – излучения*, единицей измерения которой служит *рентген*. *Дозу гамма – излучения*, поглощенную в любом веществе измеряют в *радах*. Поражающее действие гамма – излучения на личный состав пропорционально дозе.

# Нейтронное излучение

При ядерных взрывах нейтроны испускаются

В процессе реакции деления и синтеза -  
*мгновенные нейтроны*

Испускаются в течении долей  
микросек. и практически все они  
поглощаются воздухом за 0,5 с.

В результате распада осколков  
деления - *запаздывающие нейтроны*

Испускаются осколками деления с  
периодами полураспада от 0,5 до 50 с.  
Время действия на наземные объекты  
10 - 20 с.

С увеличением расстояния от центра взрыва поток нейтронов уменьшается. Уменьшение потока нейтронов происходит также вследствие взаимодействия их со средой. Основными видами взаимодействия нейтронов со средой является их рассеивание при соударениях с ядрами атомов среды и захват ядрами атомов.

Под действием нейтронов нерадиоактивные атомы среды превращаются в радиоактивные, т. е. образуется так называемая наведенная активность (вызывают ионизацию косвенным путем взаимодействия с некоторыми легкими ядрами).

Поражающее действие нейтронов на личный состав пропорционально дозе, измеряемой так же, как для гамма - излучения в *радах*.

## Поражающее действие проникающей радиации

Поражающее действие проникающей радиации определяется ее суммарной дозой, получаемой в результате сложения доз гамма-излучения и нейтронов.

Поражающее действие проникающей радиации характеризуется величиной **дозы излучения** - количеством энергии радиоактивного излучения, поглощенной единицей массы облучаемого вещества. **З**

Экспозиционную дозу

Единицей измерения служит  
**рентген**

Один рентген - это такая доза гамма-излучения, которая создает в 1 см. куб. воздуха около 2 млрд. пар ионов.

Поглощенную дозу

Единицей измерения служит **рад**

Один рад - это такая доза, при которой энергия излучения 100 эрг (1 рад) передается одному грамму вещества  
(единица измерения поглощенной дозы в системе СИ-грей. 1 Грей равен 100 рад).



## Поражение личного состава проникающей радиацией

Сущность поражающего действия проникающей радиации на человека определяется состоит в ионизации атомов и молекул, входящих в состав тканей организма, в результате чего может развиваться *лучевая болезнь*.

Степень тяжести заболевания определяется главным образом дозой радиации, полученной человеком, и характером облучения, а также зависит от состояния организма

### Развитие лучевой болезни в зависимости от тяжести радиационного поражения

| Степень лучевой болезни | Доза радиации, рад | Течение лучевой болезни                                                 |                      |                          |                      | Исход         |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|---------------|
|                         |                    | Начальный период (первичная реакция)                                    | Скрытый период       | Разгар лучевой болезни   | Период выздоровления |               |
| 1-я степень             | 100-200            | Проявляется слабо. Через 2-3 недели повышенная потливость, утомляемость | Нет                  | Нет                      | Длится 1,5-2 мес.    | Благоприятный |
| 2-я степень             | 200-300            | Проявляется через 2ч и продолжается 1-3 сут.                            | Длится до 2-3 недель | Продолжается 1,5- 3 нед. | Длится 2-2,5 мес.    | Благоприятный |



| Степень<br>лучевой<br>болезни | Доза<br>радиации,<br>рад | Продолжительность лучевой болезни                                                                                                     |                                               |                                                                    |                                                           | Исход                              |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                               |                          | Начальный<br>период<br>(первичная<br>реакция)                                                                                         | Скрытый<br>период                             | Разгар<br>лучевой<br>болезни                                       | Период<br>выздоро<br>вления                               |                                    |
| 3-я степень                   | 400- 600                 | В течении первого часа появляется головная боль, тошнота, рвота, общая слабость, горечь во рту                                        | Наступает через 2-3 сут. и длится до 1-3 нед. | Через 1-3 нед.<br>Сильная головная боль, температура, жажда, понос | До 3-6 мес.                                               | Смертн<br>ость от<br>40%           |
| 4-я степень                   | 600                      | Проявляется в первые полчаса и характеризуется темп же симптомами, что и при лучевой болезни 3-й степени, но в более выраженной форме | Нет                                           | Наступает за первичной реакцией                                    | Часть поражен<br>ных<br>удаётся<br>спасти<br>от<br>гибели | Смерть<br>в<br>течении<br>10 суток |

**В зависимости от длительности облучения приняты следующие суммарные дозы гамма-излучения, не приводящие к снижению бое-и трудоспособности людей и не отягощающие течения сопутствующих поражений**

| <b>Длительность облучения</b>                                              | <b>Доза гамма-облучения, рад</b> |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Однократное облучение (импульсивное или в течение первых 4-х суток)</b> | <b>50</b>                        |
| <b>Многократное облучение (непрерывное или периодическое):</b>             |                                  |
| <b>-в течение первых 30 суток</b>                                          | <b>100</b>                       |
| <b>-в течение 3 месяцев</b>                                                | <b>200</b>                       |
| <b>-в течение 1 года</b>                                                   | <b>300</b>                       |

**Уменьшение радиусов поражения личного состава проникающей радиацией в зависимости от его расположения**

| <b>Расположение личного состава</b>            | <b>Уменьшение радиуса поражения</b> |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>В открытых фортификационных сооружениях</b> | <b>В 1,2 раза</b>                   |
| <b>В блиндажах</b>                             | <b>В 2-10 раз</b>                   |
| <b>В танках</b>                                | <b>В 1,2-1,3 раза</b>               |
| <b>В БТР и БМП</b>                             | <b>Не изменяются</b>                |

# Защита от проникающей радиации

Гамма – излучение, как ни высока его проникающая способность, значительно ослабляется даже в воздухе. В веществах же более плотных гамма – излучение ослабляется еще сильнее, так как чем больше плотность вещества, тем больше в единице его объема атомов и тем большее количество раз взаимодействует с ним гамма – излучение. Это справедливо и при прохождении через вещество нейтронов. Однако в отличие от гамма – излучения наибольшее ослабляющее действие на поток нейтронов оказывают материалы, в которых много легких ядер (водород, углерод).

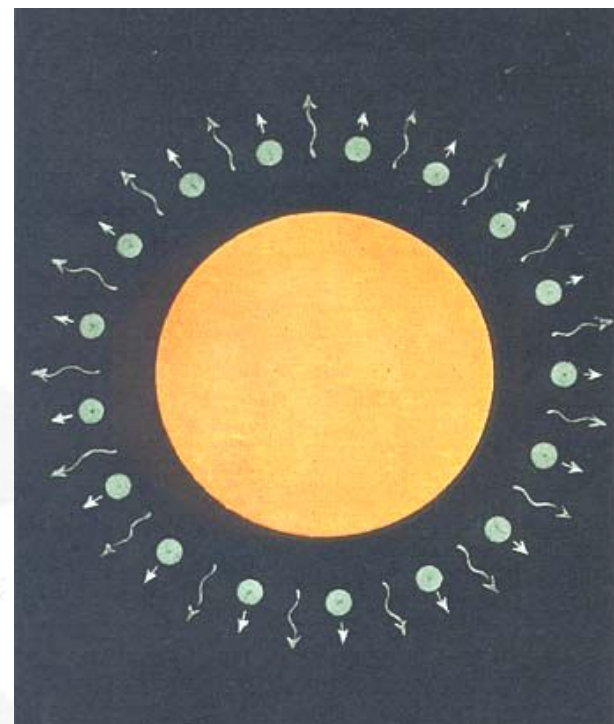
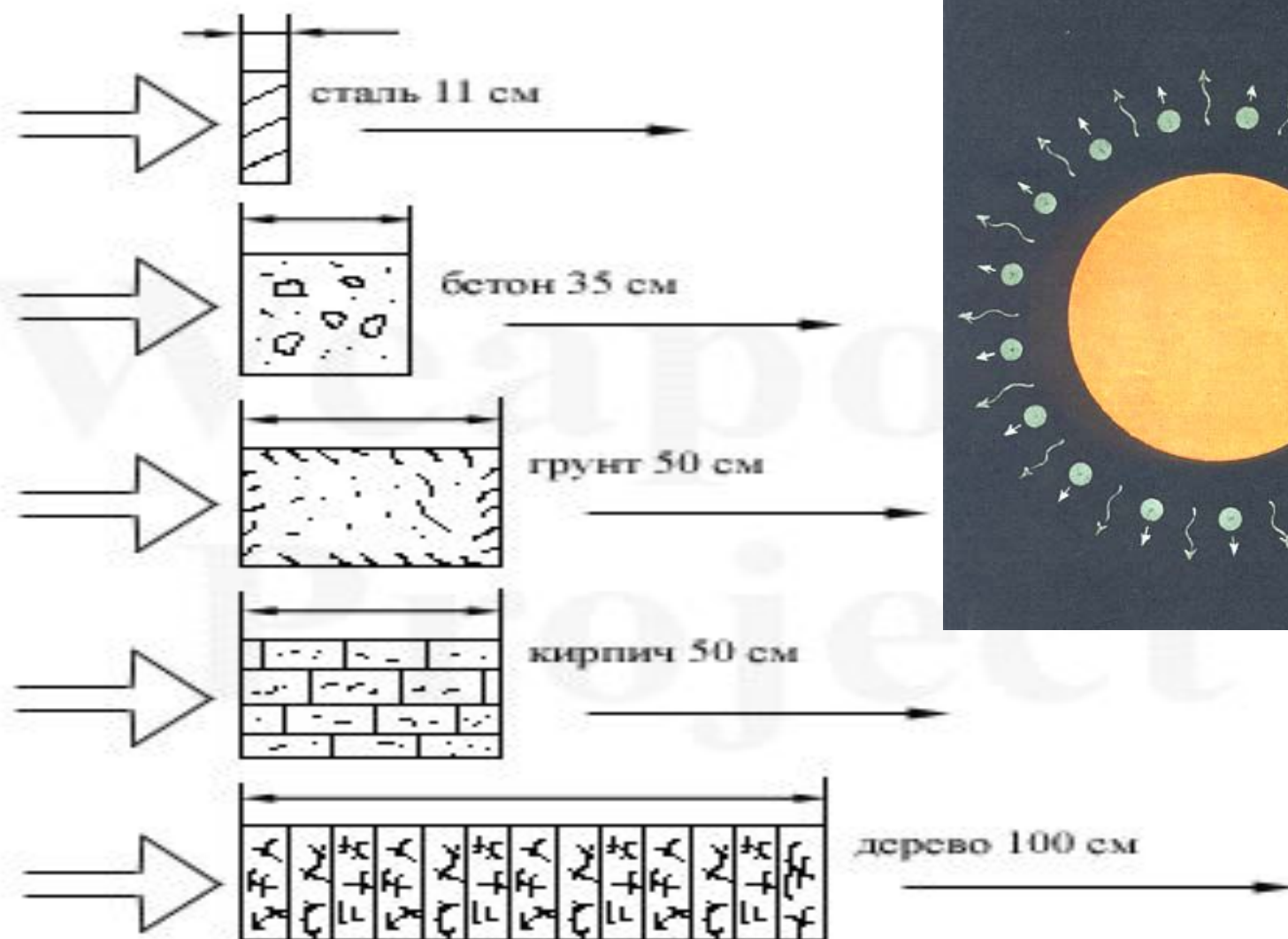
Любые материалы, в том числе грунт, дерево, бетон, которые применяются при возведении фортификационных сооружений, могут быть использованы для ослабления проникающей радиации. Для этого требуется лишь, чтобы на пути распространения проникающей радиации была необходимая толщина из этих материалов.

Защитой от проникающей радиации могут служить

Сооружения закрытого типа (убежища, блиндажи, перекрытые щели-наиболее эффективная защита от радиации)

Окопы, траншеи, естественные укрытия, лес, специальная техника -уменьшают воздействию радиации

ослабление в 10 раз



поглощение проникающей радиации  
различными материалами

## Радиоактивное заражение

Радиоактивное заражение местности, приземного слоя атмосферы, воздушного пространства, воды и других объектов возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва во время его движения.

Основными источниками радиоактивного заражения являются осколки деления ядерного заряда и наведенная активность грунта.

Распад этих радиоактивных веществ сопровождается гамма- и бета-излучениями.

Поражающее действие радиоактивного заражения обуславливается способностью гамма-излучения и бета-частиц ионизировать среду и вызывать радиационные нарушения структуры материалов

Как поражающий фактор радиоактивное заражение наибольшую опасность представляет для людей. Оно как и проникающая радиация, может вызвать у людей *лучевую болезнь*.

Радиоактивное заражение вызывает потемнение стекол оптических приборов, изменение параметров элементов радиоэлектронной аппаратуры, засвечивание светочувствительных фотоматериалов.

## Поражающее действие радиоактивного заражения

Поражающее действие радиоактивного заражения на людей определяется **внешним облучением**. Попадание радиоактивных веществ на кожу или внутрь организма может лишь несколько увеличить поражающий эффект внешнего облучения.

я

Основными величинами, характеризующими поражающее действие радиоактивного заражения

я

ю

т

с

я

### Доза излучения

Это энергия излучения радиоактивного заражения, приходящаяся на единицу массы облучаемого вещества

Единицей измерения служит **рад**

Она определяет степень (тяжесть) поражения радиоактивным заражением в результате внешнего облучения

### Активность продуктов заражения

Она обуславливает степень (тяжесть) поражения людей радиоактивным заражением вследствие попадания радиоактивных продуктов внутрь организма

Единицей измерения служит **Кюри**

Основной величиной, характеризующей степень радиоактивного заражения, является **мощность дозы излучения**-это доза излучения в единицу времени.

Единицей измерения служит **рад/ч**



**Радиоактивные продукты ядерного взрыва являются источником**

**Альфа-излучения**

**Источник-  
непрореагировавшая  
часть делящегося  
вещества**

**Бета-излучения**

**Источник бета-и гамма-излучения - осколки деления и радиоактивные вещества, образующиеся по действию нейтронов в грунте в районе взрыва, в материалах ВВТ**

**Гамма-излучения**

**Альфа- и бета-частицы имеют малую проникающую способность и поэтому могут оказывать поражающее действие на организм только при контакте с открытыми участками тела или при попадании их внутрь организма с пищей, водой и воздухом**

**Внешнее облучение людей определяется в основном гамма-излучением**

**При попадании радиоактивных продуктов внутрь организма возможны острые или хронические радиационные поражения. Лучевая болезнь, вызванная попаданием радиоактивных продуктов внутрь организма начинается с периода разгара. Поражение кожи радиоактивными продуктами развивается при попадании их непосредственно на кожу и слизистые оболочки человека.**

**Защита**

**Использование средств индивидуальной и коллективной защиты**

**Своевременное проведение специальной обработки**

## Характеристика зон заражения

Заражение местности по пути движения облака взрыва образуется в результате выпадения из облака и пылевого столба радиоактивных частиц.

Зону заражения местности по пути движения облака взрыва называют *радиоактивным следом облака взрыва* (См. Рис.2.)

По степени заражения и возможным последствиям внешнего облучения в районе взрыва и на следе облака зоны заражения делятся:

Зона умеренного заражения-зона А

Зона сильного заражения-зона Б

Зона опасного заражения-зона В

Зона чрезвычайно опасного заражен.-зона В

Эти зоны характеризуются дозами излучения (рад) за время до полного распада радиоактивных веществ и значениями мощности дозы излучения (рад/час) через 1 час после взрыва (См. Рис.2.)

Масштабы и степень радиоактивного заражения местности зависят от:

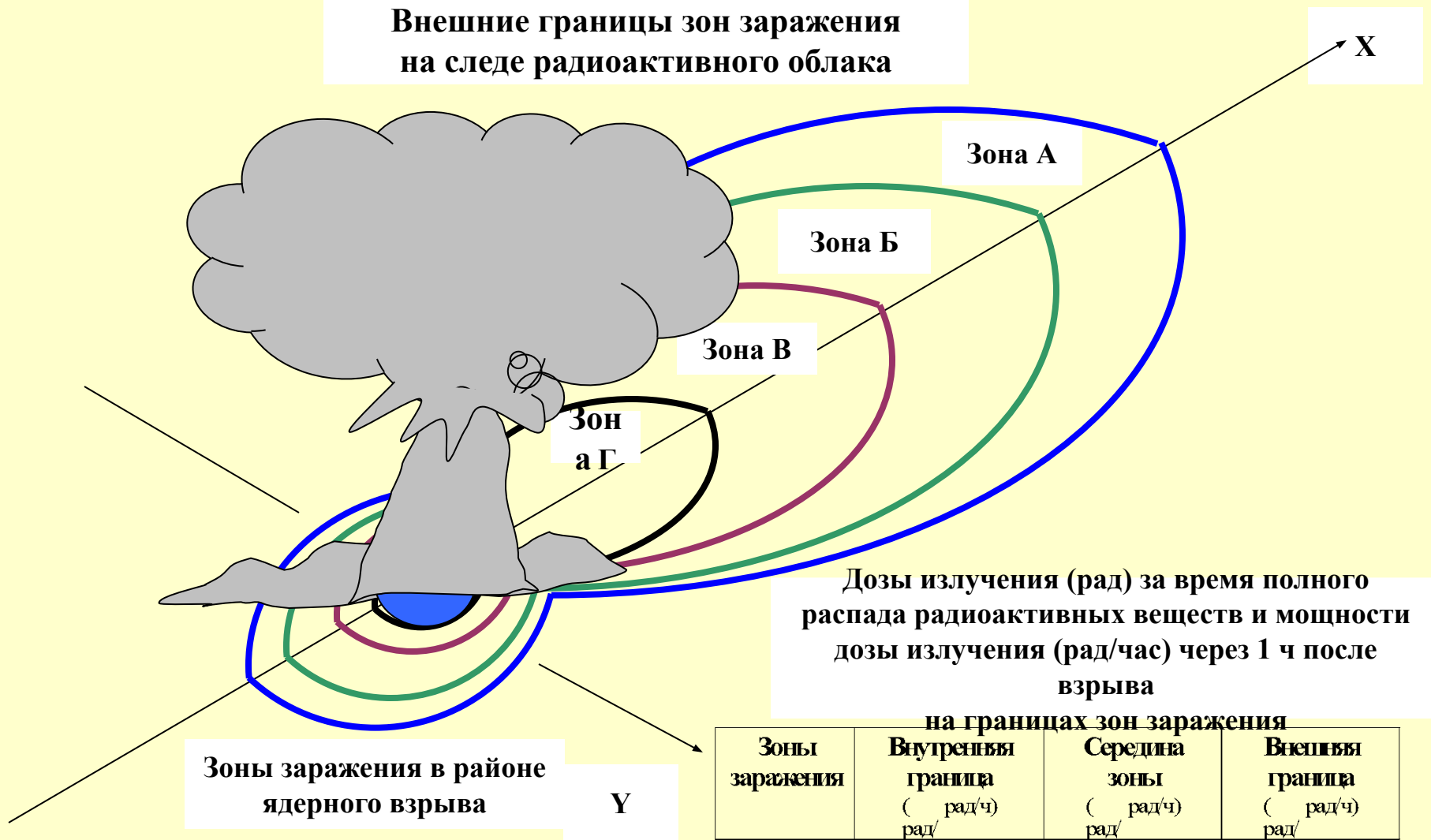
мощности и вида взрыва

времени, прошедшего с  
момента взрыва

скорости среднего  
ветра

Степень радиоактивного заражения местности с течением времени уменьшается вследствие распада радиоактивных продуктов.

# Внешние границы зон заражения на следе радиоактивного облака



| на границах зон заражения |                                        |                                   |                                     |
|---------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Зоны заражения            | Внутренняя граница<br>( рад/ч)<br>рад/ | Середина зоны<br>( рад/ч)<br>рад/ | Внешняя граница<br>( рад/ч)<br>рад/ |
| А                         | 400/80                                 | 125/25                            | 40/8                                |
| Б                         | 1200/240                               | 700/140                           | 400/80                              |
| В                         | 4000/800                               | 2200/450                          | 1200/240                            |
| Г                         | Зона Г внутренней границы не имеет     | 7000/1400                         | 4000/80                             |

Рис. 2. Характеристика зон заражения при ядерном взрыве

# Электромагнитный импульс

Электромагнитные поля, сопровождающие ядерные взрывы, называют электромагнитным импульсом (ЭМИ).

ЭМИ наиболее полно проявляется при наземных и низких воздушных ядерных взрывах.

Основные параметры ЭМИ, характеризующие его поражающие свойства

1

Изменения напряженностей электрического и магнитного полей во времени (форма импульса) и их ориентация в пространстве

2

Величина максимальной напряженности поля (амплитуда импульса)

Для низких воздушных взрывов параметры ЭМИ остаются примерно такими же, как и для наземных, но с увеличением высоты взрыва их амплитуды уменьшаются. Амплитуды ЭМИ подземного и надводного ядерных взрывов значительно меньше амплитуд ЭМИ взрывов в атмосфере, поэтому поражающее действие его при этих взрывах практически не проявляется.

## Поражающее действие ЭМИ

ЭМИ оказывает поражающее действие на радиоэлектронную аппаратуру и электротехническое оборудование; аппаратуру, кабельные и проводные линии систем связи, управления, энергоснабжения и т.п.

В наибольшей степени поражающее действие ЭМИ на личный состав, радиоэлектронную и электротехническую аппаратуру проявляется от наведенных токов и напряжения в кабельных линиях и антенно-фидерных устройствах.

Наведенные токи и напряжения представляют опасность для людей, находящихся в соприкосновении с электропроводящими коммуникациями

## Защита от ЭМИ

### Защита аппаратуры

- применение металлических экранов;
- установка разрядников, дренажных катушек для защиты аппаратуры, подключенной к внешним кабельным линиям и антенно-фидерным устройствам;
- применение полупроводниковых стабилизаторов для защиты высокочувствительной радиоэлектронной аппаратуры;
- использование кабелей с малым сопротивлением металлопокроов.

### Защита людей

- проведение мероприятий по обеспечению электробезопасности;
- покрытие полов рабочих помещений изоляционным материалом;
- применение рационального заземления, обеспечивающего выравнивание потенциалов между частями электроустановок, стоек с аппаратурой, которых одновременно могут касаться люди;
- соблюдение мер безопасности по эксплуатации импульсных электроразрядных установок.

# Сейсмозрывные волны в грунте

При воздушных и наземных ядерных взрывах в грунте образуются **сейсмозрывные волны**, представляющие собой механические колебания грунта.

Эти волны распространяются на большие расстояния от эпицентра взрыва, вызывают деформации грунта и являются существенным поражающим фактором для подземных, шахтных и котлованных сооружений.

Различают сейсмозрывные волны трех типов:

**продольные**

частицы грунта движутся  
вдоль направления  
распространения волны

**поперечные**

частицы грунта движутся  
перпендикулярно  
направлению  
распространения волны

**поверхностные**

частицы грунта движутся  
по эллиптическим  
орбитам

Источник сейсмозрывных волн  
при воздушном взрыве

воздушная ударная волна

Источник сейсмозрывных волн  
при наземном взрыве

-воздушная ударная волна; -передача  
энергии грунту непосредственно в  
центре взрыва



При наземном ядерном взрыве различают две волны (См. Рис.3.): волна (сумма продольных и поперечных), источником которой является распространяющаяся вдоль поверхности земли воздушная ударная волна – эту волну принято называть *волной сжатия*; волна (сумма, продольных, поперечных и поверхностных), распространяется по грунту из центра взрыва – эту волну называют *эпицентральной*.

На рис. 3. показаны основные типы волн в мягком грунте. Наличие под мягким грунтом скалы приводит к образованию новых сейсмовзрывных волн – отраженных и преломленных волн.

### Поражающее действие

Сейсмовзрывные волны при взаимодействии с сооружениями формируют динамические нагрузки на ограждающие конструкции, элементы входов и т.д. Сооружения и их конструктивные элементы совершают колебательные движения, характеризующиеся величинами ускорений, скоростей и перемещений. Напряжения, возникающие в конструкциях сооружений, при достижении определенных значений могут приводить к разрушениям элементов конструкций.

Ускорения, передаваемые от строительных конструкций на размещаемые в сооружениях ВВТ и внутреннее оборудование, могут приводить к их повреждениям. Пораженным может оказаться и личный состав в результате действия на него перегрузок и акустических волн, называемых колебательными движениями элементов сооружений.

Поражения возникают в результате взаимодействия человека с перемещающимися поверхностями сооружений. Такое взаимодействие принято называть *сейсмическим ударом*.

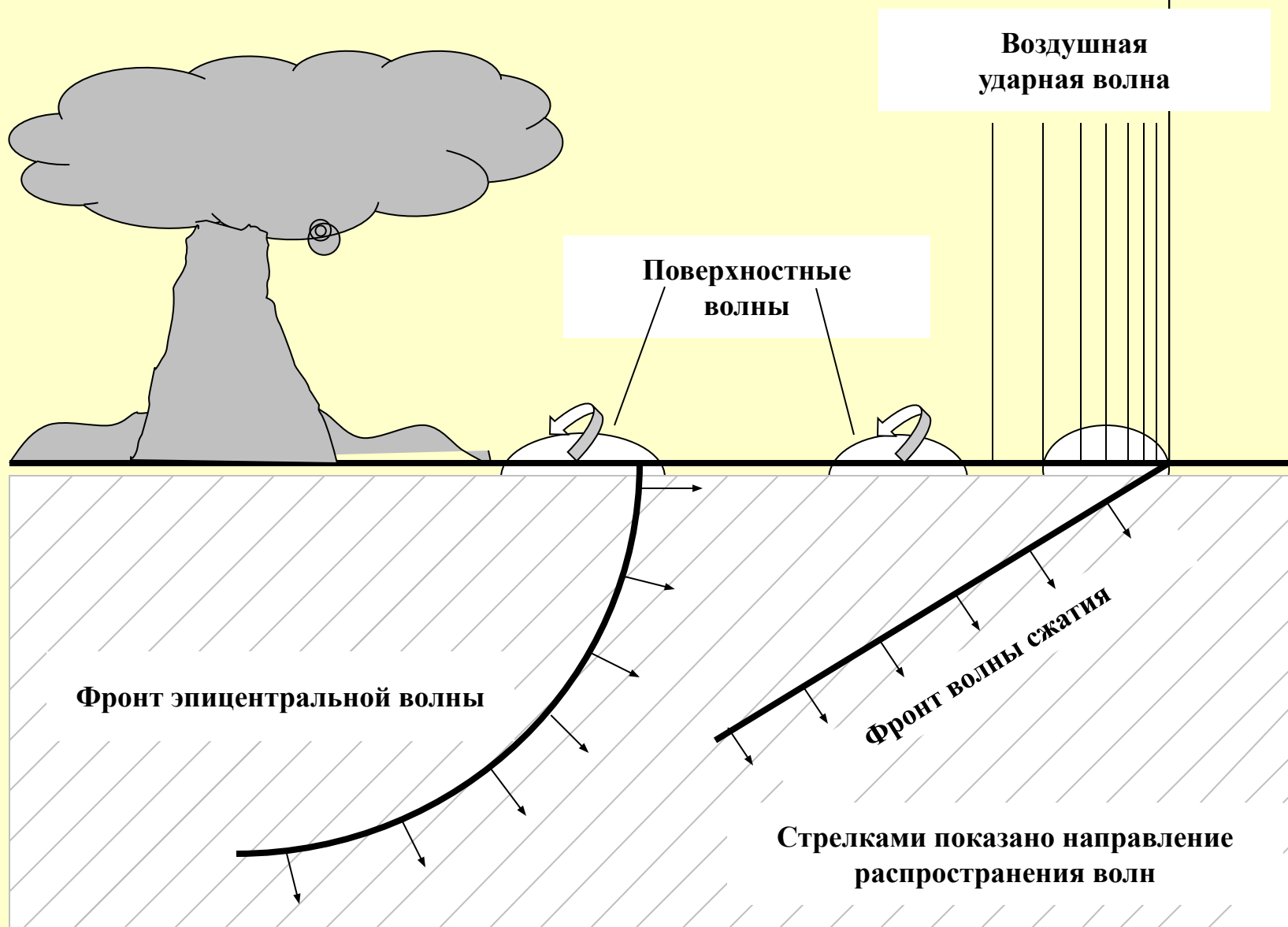


Рис.3. Сейсмозрывные волны в грунте

# Сводная таблица характеристик поражающих факторов ядерного взрыва

| Виды ЯВ                  | Время воздействия | Радиус поражения, км | Поражающее действие                                                                                                                                                                          | Защита                                       |
|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Ударная волна            | Несколько секунд  | 2 - 3                | Прямое воздействие избыточного давления. Косвенное-поражение обломками строений                                                                                                              | Техника, форт. сооружения, складки местности |
| Световое излучение       |                   | 2 - 3                | Ожоги кожи, поражение глаз, возгорание ВВТ, МС, зданий и сооружений                                                                                                                          |                                              |
| Проникающая радиация     |                   | 1,3 - 2              | Лучевая болезнь, потемнение оптики, наведенная активность почвы и атмосферы                                                                                                                  |                                              |
| Радиоактивное заражение  | Более 6 месяцев   | ПР рд                | Лучевая болезнь при внешнем облучении, поражение кожных покровов и внутренних органов                                                                                                        | — " —, СИЗ                                   |
| Электромагнитный импульс | Десятки мсек.     | В районе ЯВ          | Выход из строя радиоэлектронной аппаратуры в следствии наведенных токов и напряжения                                                                                                         |                                              |
| Сейсмозрывные волны      |                   |                      | Разрушение фортификационных, подземных шахтных и наземных сооружений и конструкций. Повреждения опорно-двигательного аппарата, внутренних органов людей, находящихся в подземных сооружениях |                                              |

## Комбинированные поражения людей

При ядерном взрыве поражение людей чаще всего определяется совместным воздействием 2-х или 3-х поражающих факторов

Ударной волны

Светового излучения

Проникающей радиации

В результате у пострадавших могут наблюдаться комбинированные поражения- травмы, ожоги и лучевая болезнь

Ведущим компонентом комбинированного поражения, определяющим утрату боеспособности личного состава, может явиться *механическое, термическое или радиационное поражение*

Комбинированные поражения характеризуются взаимовлиянием компонентов – например, если у пораженных наряду с лучевой болезнью имеются и ожоги, то последние протекают более тяжело, заживают медленнее и часто дают осложнения. То же относится к ранам и переломам. В свою очередь, наличие ожогов, ран, переломов и других травм ухудшает течение болезни. Совокупность признаков, характеризующих более тяжелое течение каждого из компонентов комбинированного поражения, называется синдромом взаимного отягощения. Степень тяжести комбинированного поражения всегда не меньше степени тяжести его ведущего компонента.

Личный состав с комбинированными поражениями гибнет чаще и в более ранние сроки, чем при изолированных поражениях равной степени тяжести.

Количество и характер комбинированных поражений существенно зависят от мощности и вида взрыва, а также условий расположения личного состава.

# Литература:

1. Боевые свойства ядерного оружия (том 1). Военное издательство МО РФ, Москва 1980 г.
2. Ядерное оружие. Военное издательство МО РФ, Москва 1987 г.
3. Учебник сержанта химических войск. Военное издательство МО РФ, Москва 1988 г.