

# Презентация на тему: Основные понятия в области радиации

Автор: Лариса Николаевна  
Загребина, Mg.sc.ing., лектор



# Основные понятия в области радиации



# Литература

- **Закон ЛР «О радиационной и ядерной безопасности» 26.10.2000.**
- **Правила КМ № 454 «Порядок контроля и учета облучения работников». 23.10.2000.**
- **Правила КМ № 97 «Правила о защите от ионизирующего излучения при медицинском облучении».05.03.2002.**
- **Правила КМ № 152 «Требования по отношению к готовности к радиационной аварии и действий в случае такой аварии».08.04.2003.**

(МАГАТЭ)

представило 15 февраля 2007 года, новый дизайн  
знака

«Осторожно радиация!»



новый и непривычный знак разработан на основе пятилетнего социологического исследования, в котором приняло участие 1650 человек из 11 стран. Предполагается, что новый знак "доходчивее" объяснит любому гражданину любой страны мира, что необходимо делать при его виде.

# Историческая справка

- **Английский ученый Томсон предложил модель атома, который представляет собой положительно заряженное вещество с вкрапленными электронами.**
- **Француз Беккерель открыл радиоактивность в 1896 г.**
- **Французы Пьер Кюри и Мария Склодовская-Кюри открыли радиоактивный элемент радий в 1898.**
- **Англичанин Резерфорд в 1902 году разработал теорию радиоактивного распада, в 1911 году он же открыл атомное ядро, и в 1919 году наблюдал искусственное превращение ядер.**
- **А. Эйнштейн, живший до 1933 года в Германии, в 1905 году разработал принцип эквивалентности массы и энергии. Он связал эти понятия и показал, что определенному количеству массы соответствует определенное количество энергии.**

- Датчанин Н. Бор в 1913 г. разработал теорию строения атома, которая легла в основу физической модели устойчивого атома.
- Дж. Кокфорт и Э. Уолтон (Англия) в 1932 г. экспериментально подтвердили теорию Эйнштейна.
- Дж. Чедвик (Англия) в том же году открыл новую элементарную частицу - нейтрон.
- Д.Д.Иваненко (СССР) в 1932 г. выдвинул гипотезу о том, что ядра атомов состоят из протонов и нейтронов.
- Э.Ферми (Италия) использовал нейтроны для бомбардировки атомного ядра (1934). Построил первый атомный реактор, осуществил в нем цепную ядерную реакцию.
- В 1937 году Ирен Жолио-Кюри открыла процесс деления урана.
- В начале 40-х гг. 20 в. группой ученых в США были разработаны физические принципы осуществления ядерного взрыва.



# Цели ядерного оружия

- Оружие массового поражения - оружие, предназначенное для нанесения массовых потерь или разрушений на большой площади. Поражающие факторы оружия массового поражения, как правило, продолжают наносить урон в течение длительного времени. Также ОМП деморализует как войска, так и гражданское население.
- **Оружие сдерживания** - стратегия, в соответствии с которой наличие ядерного оружия считается важнейшим и решающим фактором сдерживания и устрашения потенциального противника и недопущения мировой войны

# Ядерный клуб

- СССР/Россия

- США



- Великобритания



- Франция



- Китай



- Индия



- Пакистан



- КНДР





# Страны, имеющие ядерное оружие, входят в «Ядерный Клуб»



**Ядерный клуб** – распространенное неформальное название группы государств, на вооружении которых официально находится ядерное оружие.

ДНЯО

Страны, заявившие о наличии ядерного оружия		
Страна	Количество боеголовок (активных/всего)	Год первого испытания
США	5735/9960	1945 («Тринити»)
Россия (ранее СССР)	5830/16 000	1949 («РДС-1»)
Великобритания	<200	1952 («Ураган»)
Франция	350	1960 («Gerboise Bleue»)
Китай	130	1964 («596»)
Индия	75—115	1974 («Улыбающийся Будда»)
Пакистан	65—90	1998 («Chagai-I»)
Северная Корея	0—10	2006 (9 октября 2006)
Страны, официально не заявившие о наличии ядерного оружия		
Израиль	75—200	нет или 1979 (Инцидент Вела)

**Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО)** — многосторонний международный акт, разработанный Комитетом по разоружению ООН с целью:

- поставить прочную преграду на пути расширения круга стран, обладающих ядерным оружием;
- обеспечить необходимый международный контроль за выполнением государствами взятых на себя по Договору обязательств;
- ограничить возможность возникновения вооружённого конфликта с применением такого оружия;
- создать широкие возможности для мирного использования атомной энергии.

# США

- за 47 лет
- (первый взрыв состоялся 16 июля 1945 г., последний — 23 сентября 1992 г.) включает, по официальным данным
- 1054 испытания и 2 ядерных атаки. В первую цифру также входят 24 испытания, проведённых на Невадском полигоне совместно с Великобританией, и 27 экспериментов в мирных целях.
- **Всего США было взорвано 1151 устройство.**
- Проведено 331 наземное испытание, в основном на полигоне в штате Невада и на Маршалловых островах.
- Десять испытаний проводились в других местах на территории США, в том числе на Аляске, в Колорадо, Миссисипи и Нью-Мексико.
- Полное энерговыделение всех ядерных испытаний США оценивается в 180 Мт в тротиловом эквиваленте.

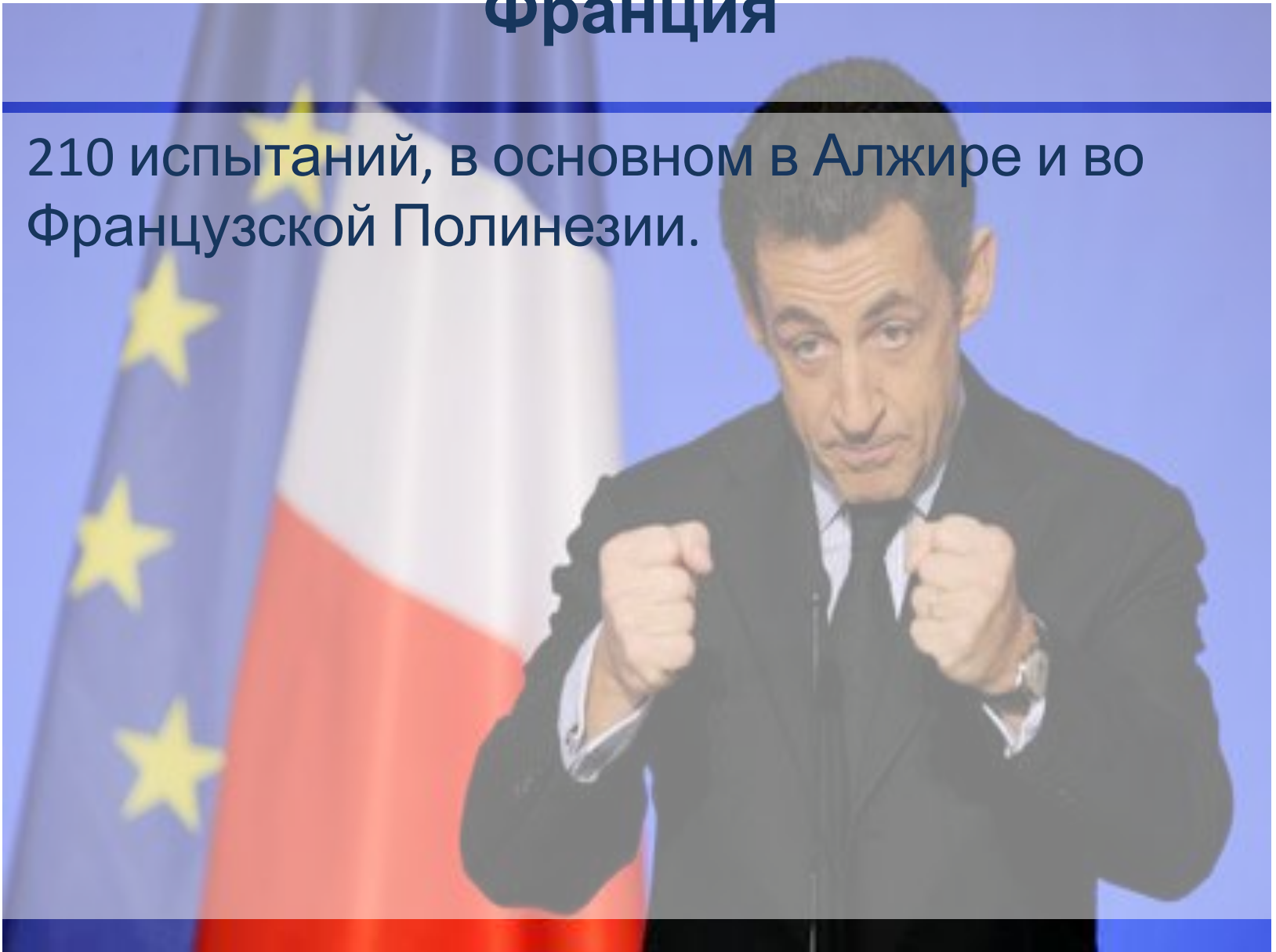
# СССР/Россия

- В период с 29 августа 1949 г. по 24 октября 1990 г.
- СССР провёл, по официальным подсчётам, **715 испытаний** ядерного оружия и ядерных взрывов в мирных целях, взорвав 969 устройств, в основном на Семипалатинском полигоне и на Новой Земле, а также несколько в различных местах России, Казахстана, Туркменистана и Украины.
- Полное энерговоыделение всех ядерных испытаний СССР составило 285.4 Мт.
- На Семипалатинском полигоне было осуществлено 456 ядерных взрывов с общим энерговоыделением 17.7 Мт. Из них — 86 воздушных (суммарный тротиловый эквивалент — 6.0 Мт), 30 наземных (0.6 Мт) и 340 подземных (11.1 Мт).
- На полигоне на Новой Земле первый ядерный взрыв произведён 21 сентября 1955 г. Всего на нём было осуществлено 130 ядерных испытаний. Из них 91 — в атмосфере и под водой, в том числе: воздушных — 85, наземных — 1, надводных — 2, подводных — 3. Подземных испытаний проведено 39, в том числе: в скважинах — 6, в штольнях — 33.
- Общее число взрывов — 224, суммарный тротиловый эквивалент — 265.2 Мт.



# Франция

- 210 испытаний, в основном в Алжире и во Французской Полинезии.



# Великобритания

- 45 испытаний (21 в Австралии, включая 9 в Южной Австралии в Маралинге и Эму Филде, остальные в США при проведении совместных испытаний).





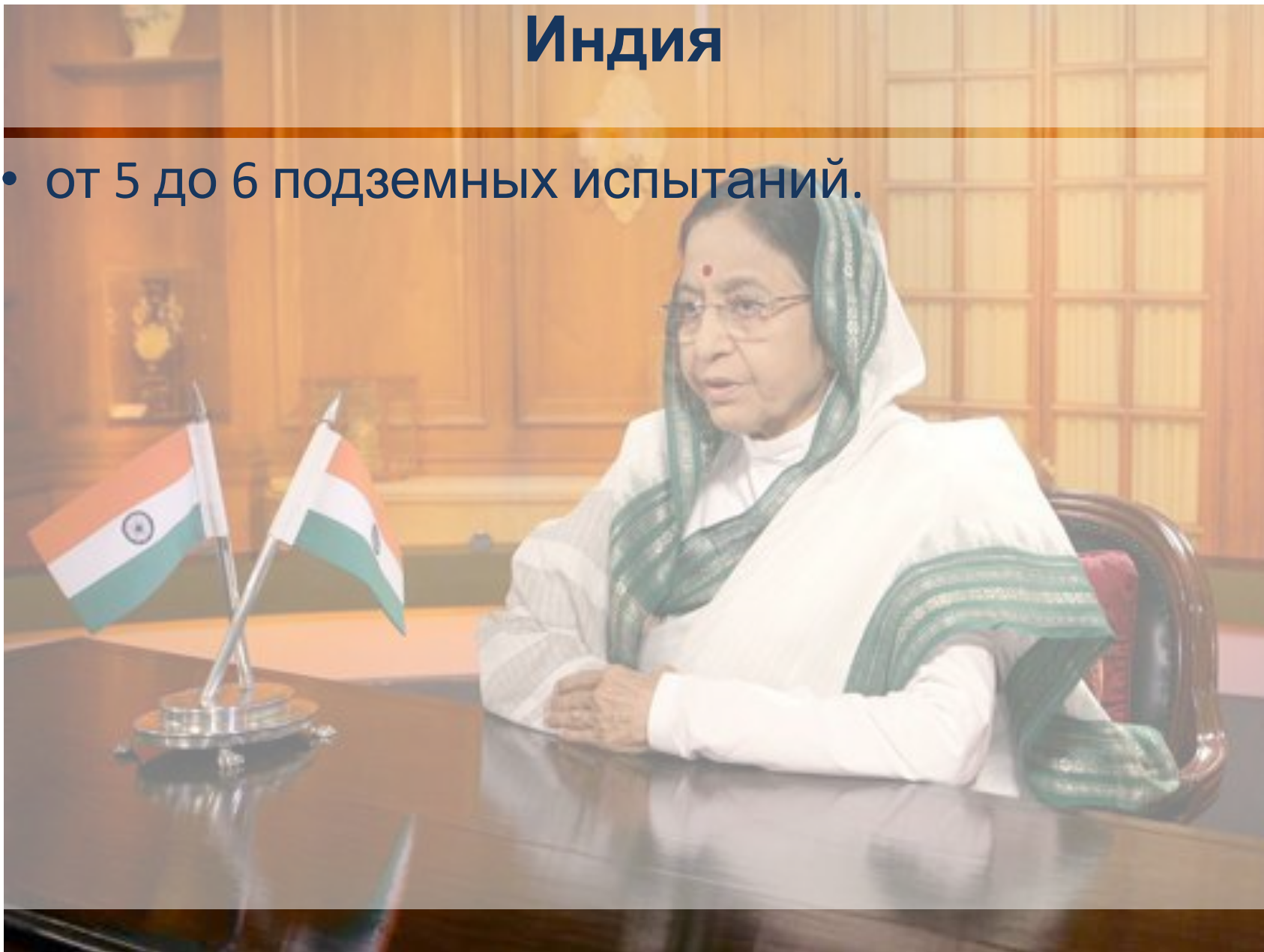
# КНР

- 45 испытаний (23 наземных и 22 подземных, на базе Лоп Нур в Малане).



# Индия

- от 5 до 6 подземных испытаний.



# Пакистан

- от 3 до 6 испытаний.





# КНДР

- 1 заявленный взрыв (9 октября 2006 г.).



# Россия против США

## Сверхмощные ядерные взрывы

Дата испытания	Мощность (кт)
23 октября 1961	12 500
30 октября 1961	58 000
5 августа 1962	21 100
25 сентября 1962	19 100
27 сентября 1962	>10 000
24 декабря 1962	25 200

## мощные ядерные взрывы

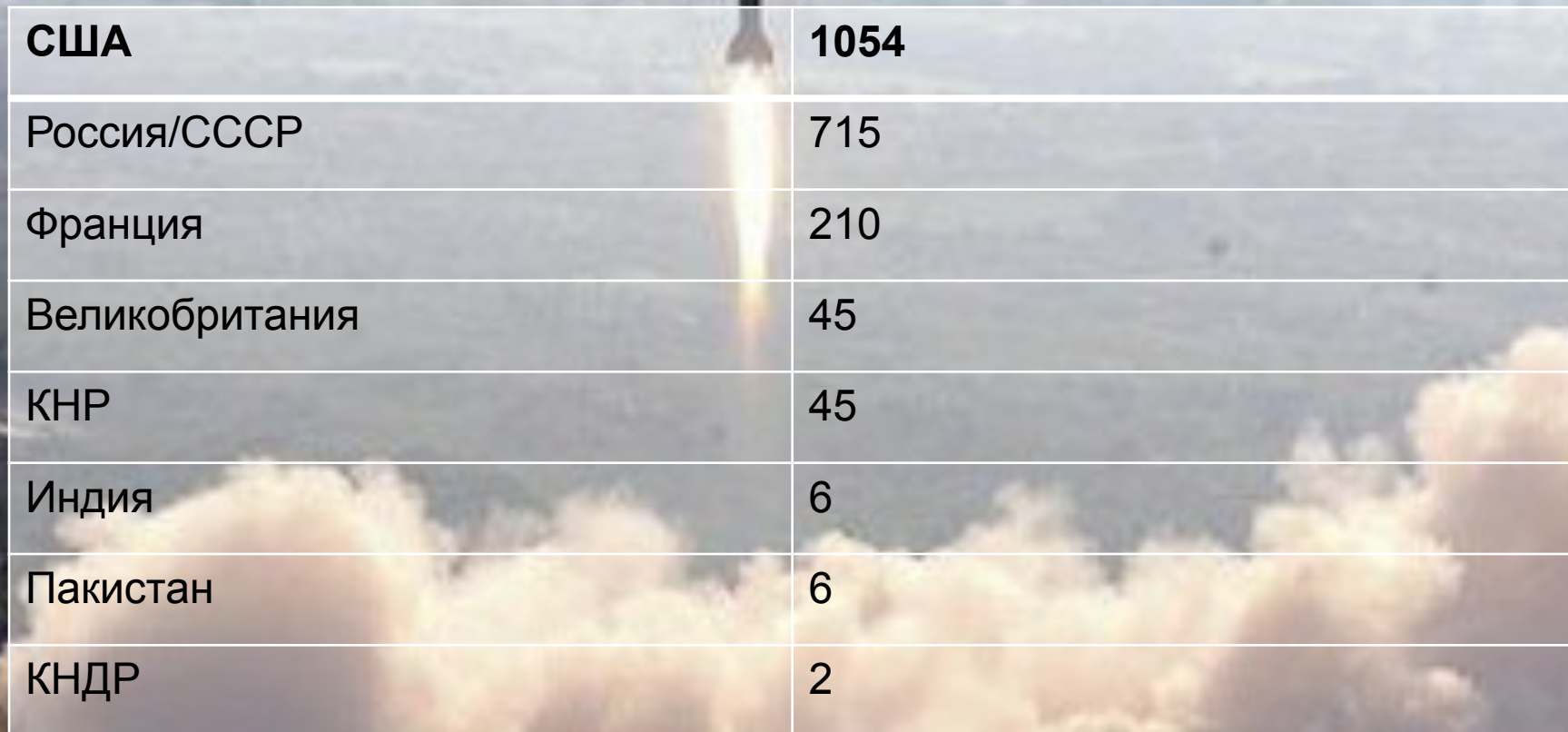
Дата испытания	Мощность (кт)
31 октября 1952	10 400
28 февраля 1954	15 000
26 марта 1954	11 000
4 мая 1954	13 500
28 июня 1958	8 900
12 июля 1958	9 300



# Как выглядит взрыв



# Испытания ядерного оружия общее количество взрывов



США	1054
Россия/СССР	715
Франция	210
Великобритания	45
КНР	45
Индия	6
Пакистан	6
КНДР	2

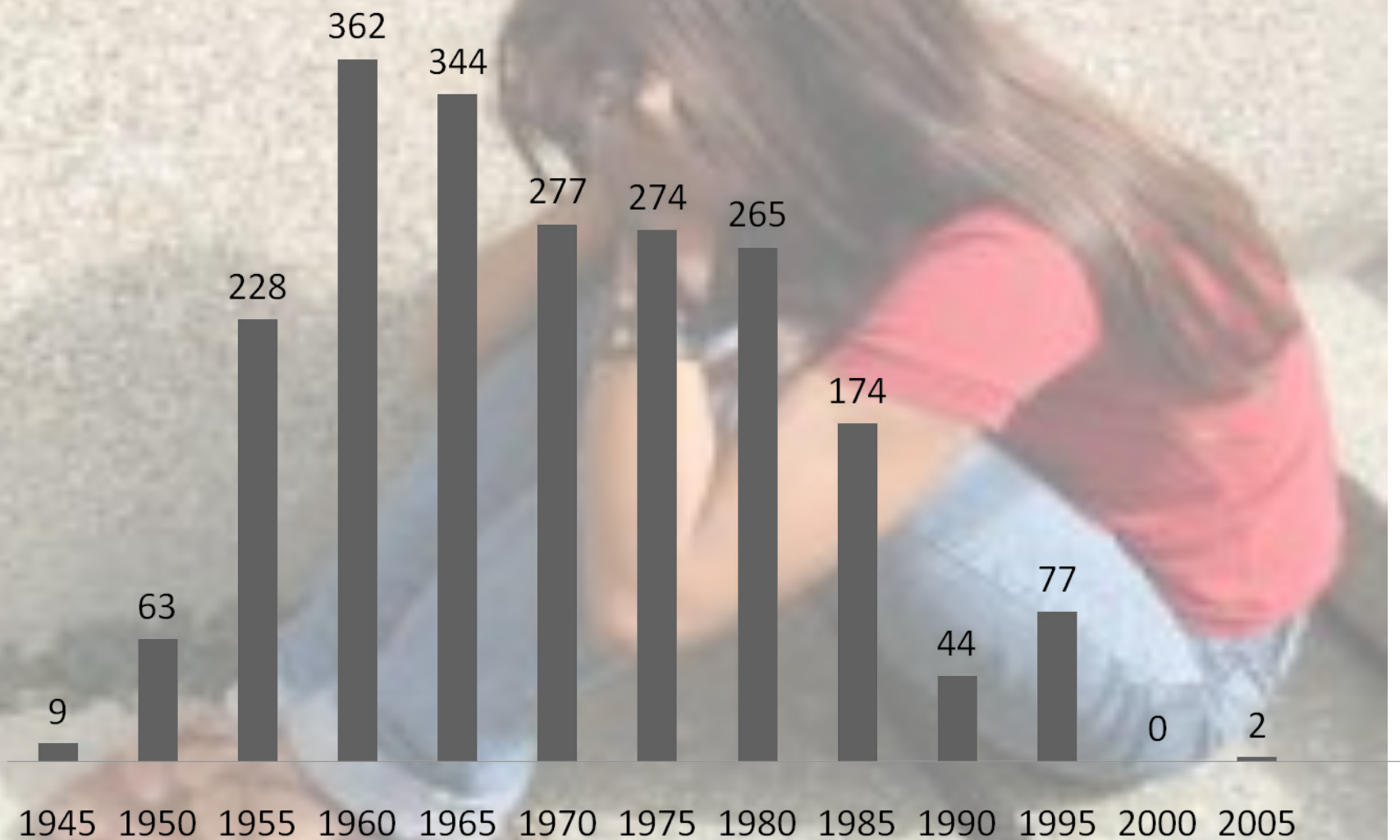


# Total Nuclear Tests by Location



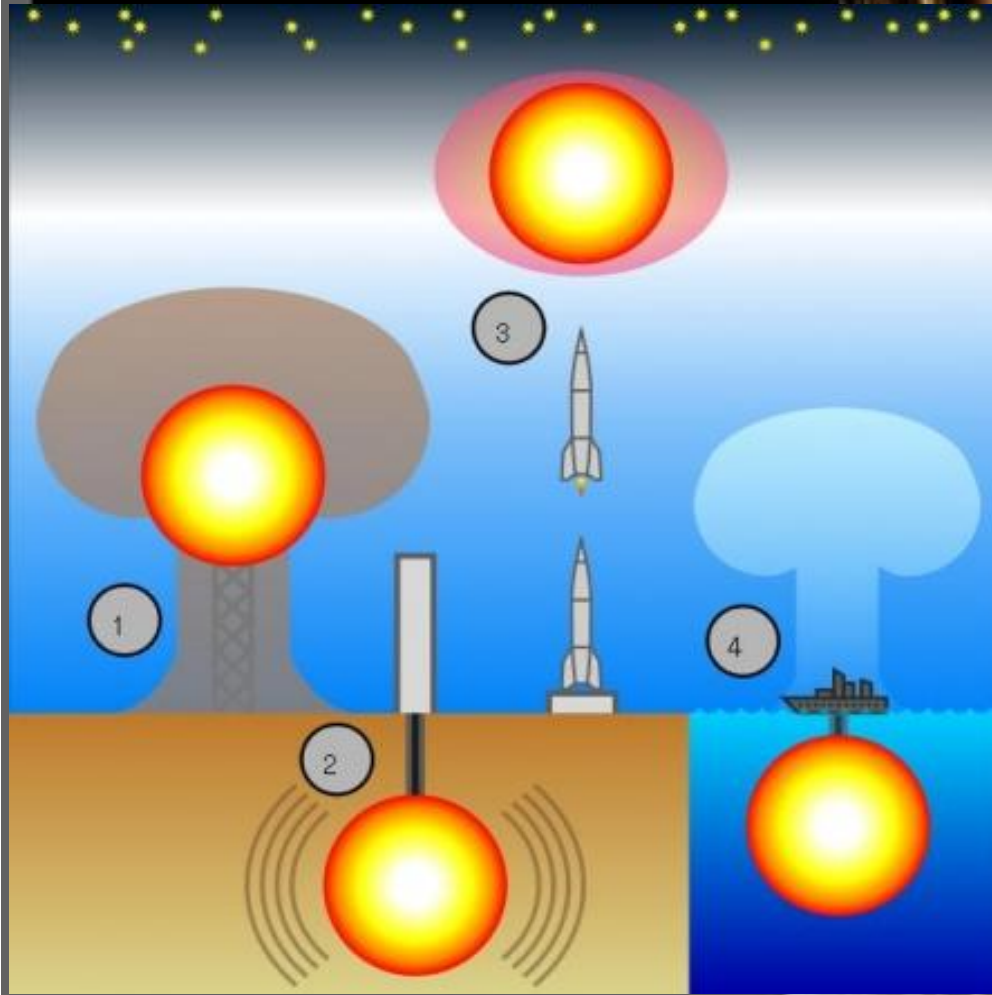


# Взрывы по годам





# Где производят взрывы ядерного оружия



1. На поверхности
2. Под землей
3. В космосе
4. Под водой

# Варианты запусков с земли ядерных ракет

Тополь-м

Шахты





# Варианты запусков с воды ядерных ракет

## Субмарины



(с) Сент-Экзюпери

## Корабли



ИР.ру



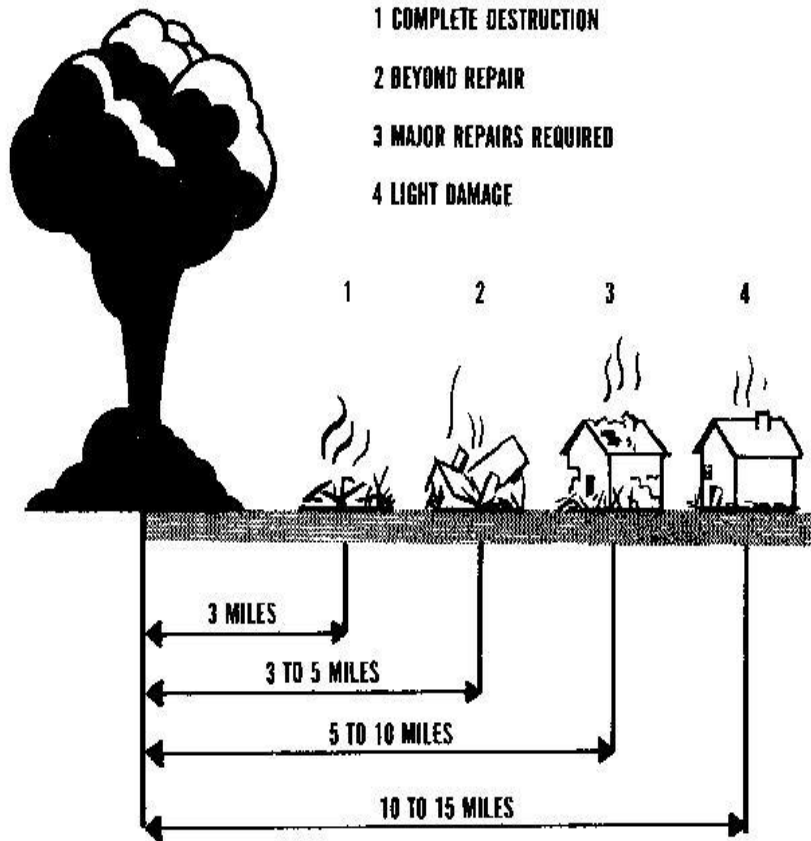
# Варианты запусков ядерных ракет

- Бомбардировщики



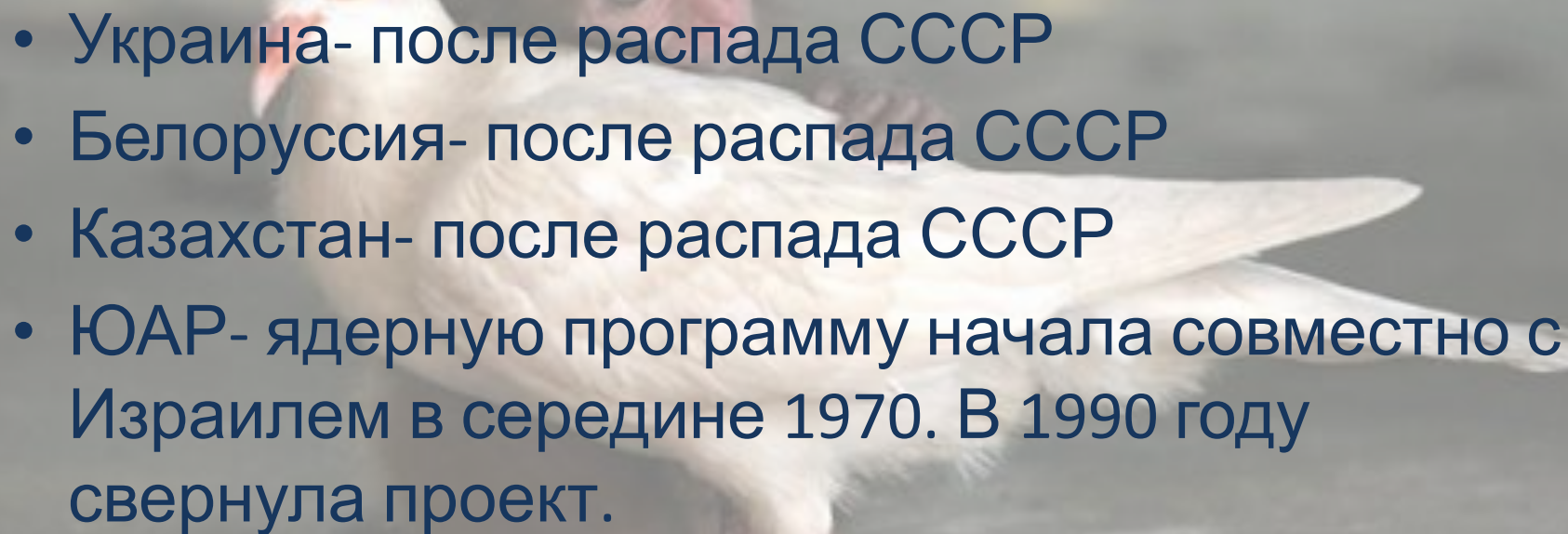


# Взрыв 5-мегатонной бомбы



- Полное разрушение - в радиусе трёх миль (5,5 км) от эпицентра взрыва.
- Восстановлению не подлежит - на дистанции трёх-пяти миль (до 9 км). Руины.
- Требуется серьёзный ремонт - дистанция 5-10 миль (до 18 км). Сразу после происшествия постройки для жилья непригодны.
- Требуется ремонт - зданий, находившихся в пределах 10-15 миль (до 27 км). Во время ремонта пригодны для жилья.

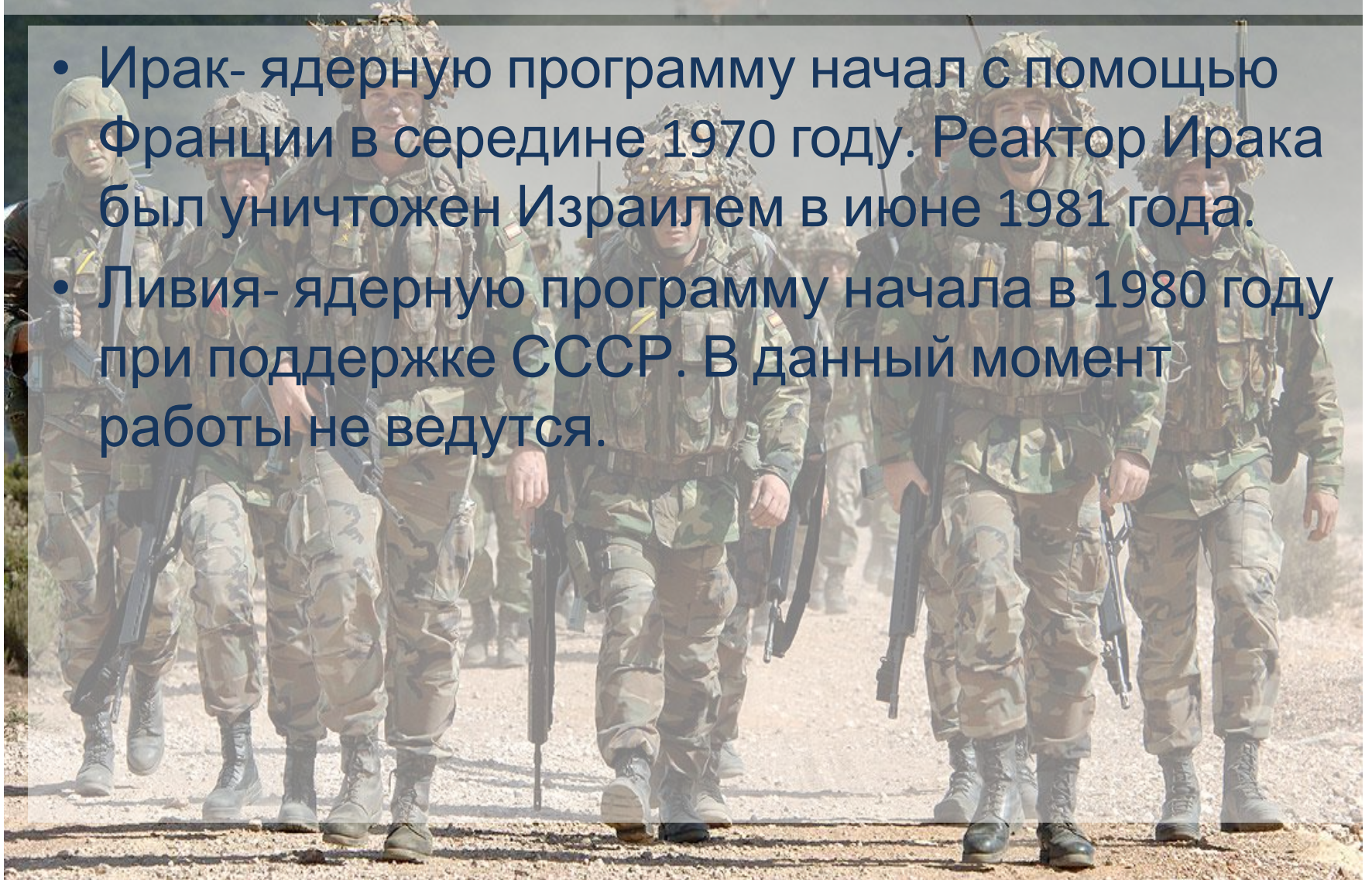
# Страны, которые добровольно отказались от ядерного оружия

- 
- A white dove is in the foreground, facing left. Behind it, a monkey's face is visible, looking towards the camera. The background is a blurred outdoor setting.
- Украина- после распада СССР
  - Белоруссия- после распада СССР
  - Казахстан- после распада СССР
  - ЮАР- ядерную программу начала совместно с Израилем в середине 1970. В 1990 году свернула проект.



# Страны, ядерные программы которых были остановлены принудительно

- Ирак- ядерную программу начал с помощью Франции в середине 1970 году. Реактор Ирака был уничтожен Израилем в июне 1981 года.
- Ливия- ядерную программу начала в 1980 году при поддержке СССР. В данный момент работы не ведутся.



# Страны, которые подозреваются в создании ядерного оружия

- Иран- по мнению ряда экспертов подошёл в плотную к созданию ядерного оружия. (большинство экспертов из США)
- Сирия- один из ядерных объектов, индетичных северокорейскому, был разрушен израильскими ВВС 6 сентября 2007 года. По версии Сирии был разрушен военный завод. Наличие ядерного оружия отрицается.
- Мьянма- по оценкам экспертов , развивает ядерную программу при поддержке КНДР и Пакистана ,до создания ядерного оружия далека.

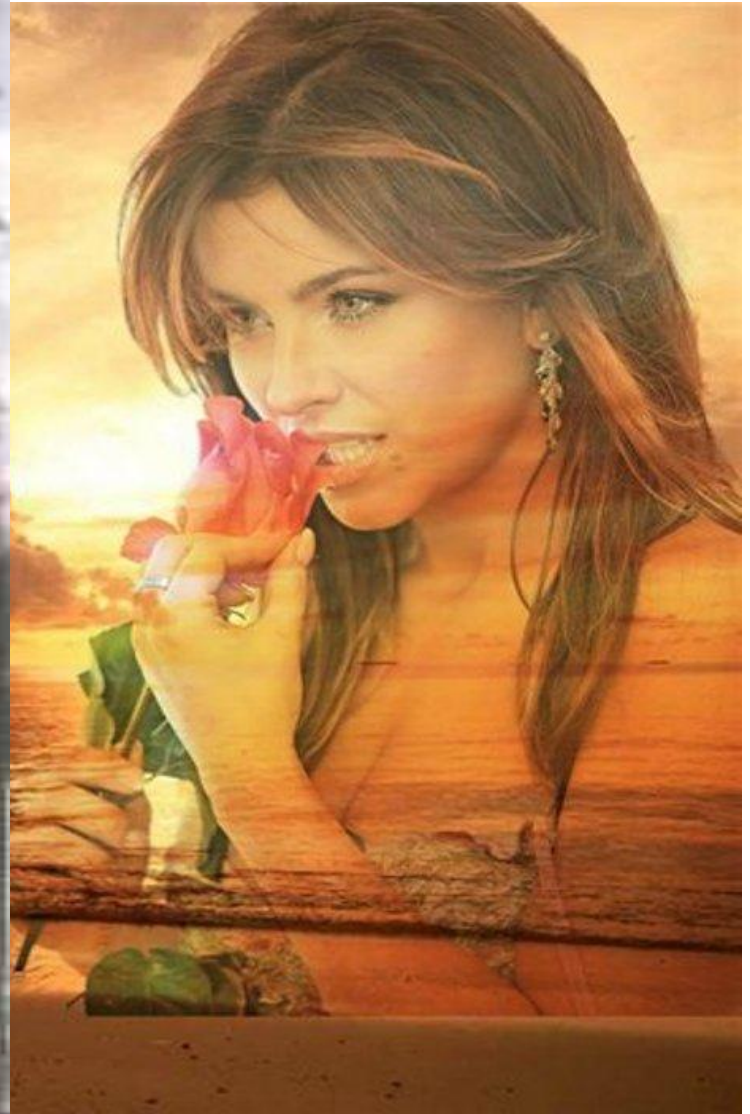


# Страны, которые ранее подозревали в разработке ядерного оружия

В настоящий момент их военные ядерные программы были либо добровольно остановлены, либо слухи об их наличии официально опровергнуты МАГАТЭ

- Тайвань
- Южная Корея
- Египет
- Саудовская Аравия
- Алжир
- Швеция
- Бразилия
- Аргентина

**Никто не хочет войны, но все активно к ней  
ГОТОВЯТСЯ.**





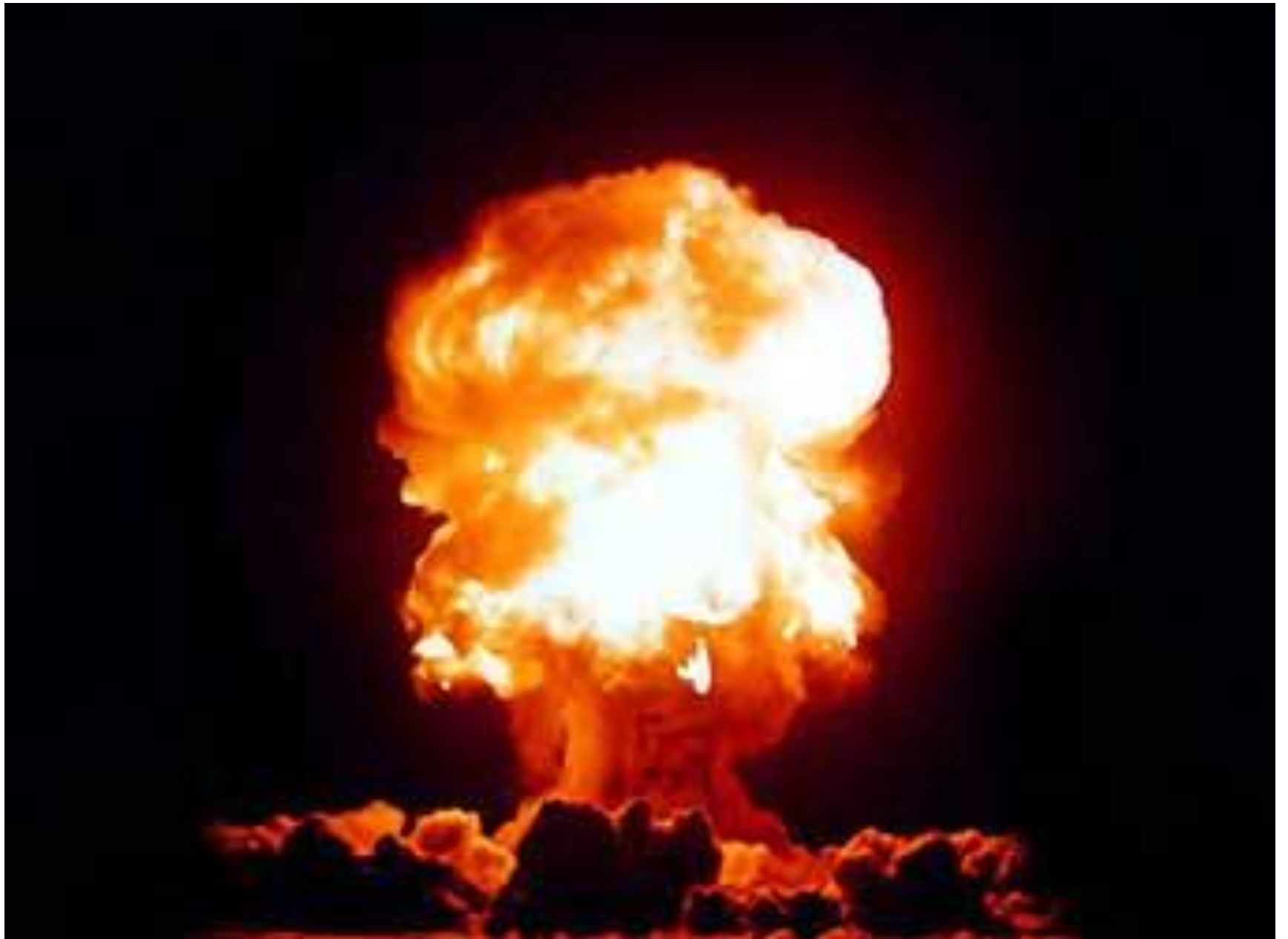
# Ядерные испытания

При подрыве  
ядерного  
боеприпаса  
происходит  
ядерный взрыв.











LINENEWS.RU

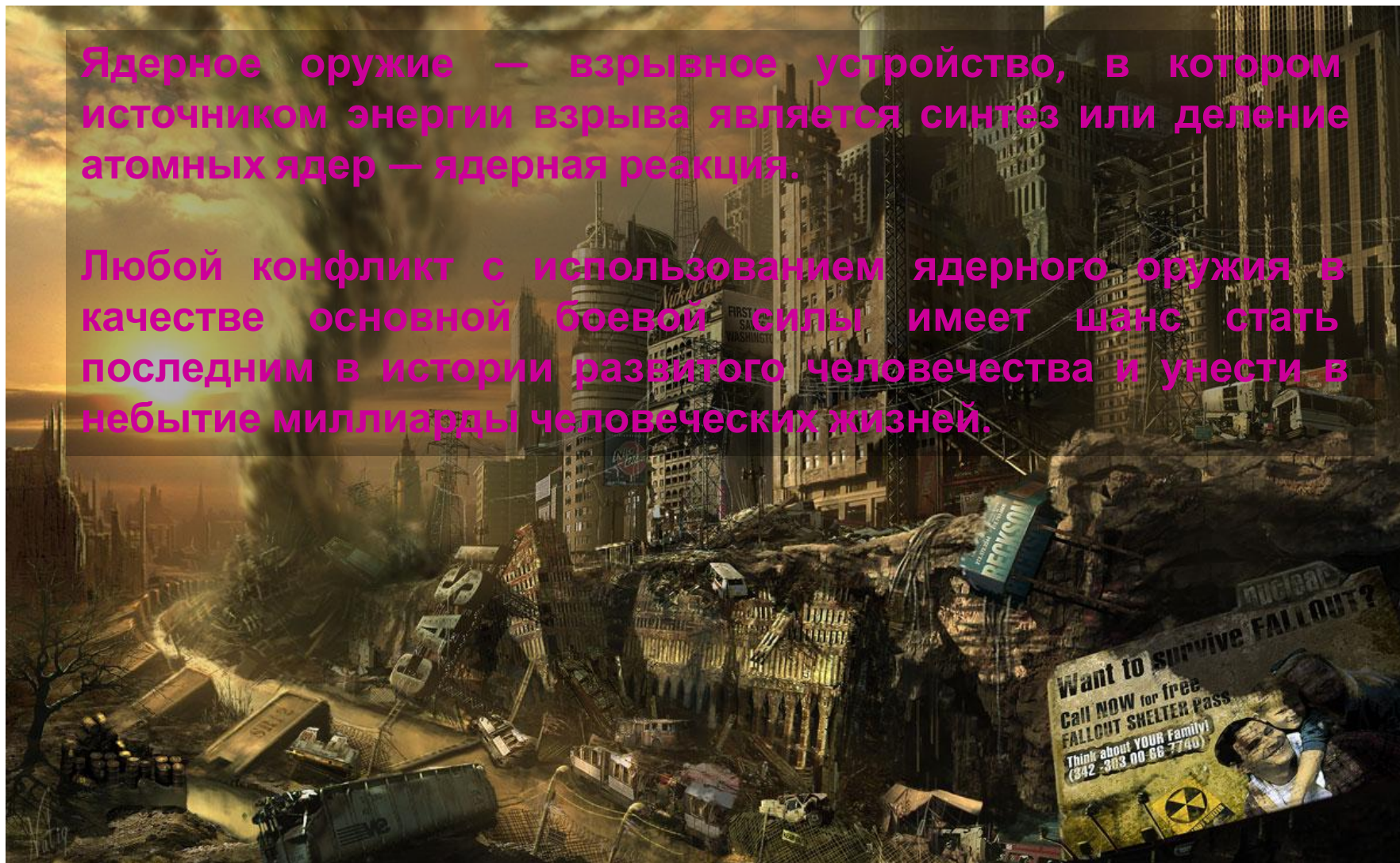






Ядерное оружие — взрывное устройство, в котором источником энергии взрыва является синтез или деление атомных ядер — ядерная реакция.


Любой конфликт с использованием ядерного оружия в качестве основной боевой силы имеет шанс стать последним в истории развитого человечества и унести в небытие миллиарды человеческих жизней.





Утром 6 августа 1945 года американский бомбардировщик В-29 сбросил на японский город Хиросима атомную бомбу «Little Boy» («Малыш»). Это - первая в истории атомная бомба, которая была применена как оружие массового поражения.



A black and white photograph of a massive mushroom cloud from the atomic bombing of Nagasaki. The cloud has a large, billowing, white top that spreads out horizontally, with a dark, dense column rising from the center. The background shows a dark sky with some lighter, wispy clouds. A semi-transparent text box is overlaid on the lower part of the image.

**Примерно в 8:15 по местному времени на высоте 600 метров над уровнем моря над городом прогремел взрыв эквивалентный 13 килотонн тротила (13 000 000 000 граммов тротила).**



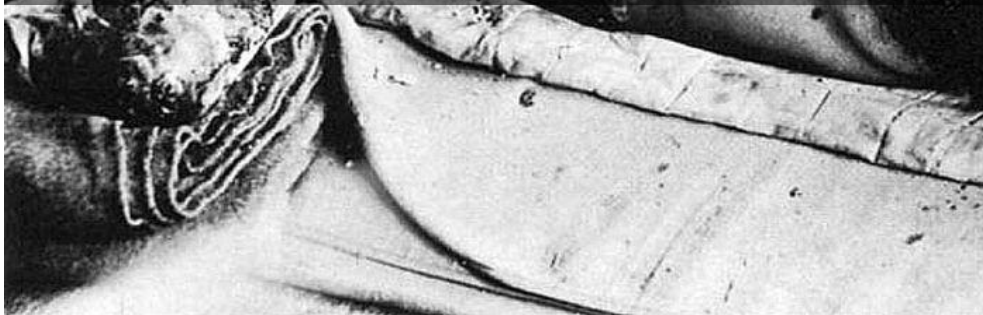
**В одно мгновение было до основания разрушено 60% города Хиросима. Все здания в радиусе 2 километров от эпицентра взрыва были полностью уничтожены, в радиусе 12 километров – частично повреждены. В радиусе 8 километров моментально погибали люди, сгорали деревья и трава.**





Из 306545 жителей Хиросимы пострадало от взрыва 176987 человек. Погибло и пропало без вести 92 133 человека, тяжелые ранения получили 9 428 человек и легкие ранения — 27 997 человек.

К декабрю 1945 года тысячи человек умерли от ран и лучевой болезни, и в итоге количество умерших в Хиросиме составило примерно 140 000 человек.





9 августа 1945 г. в 11:02 утра, через три дня после бомбардировки Хиросимы, вторая бомба («Толстяк») рухнула на Нагасаки.



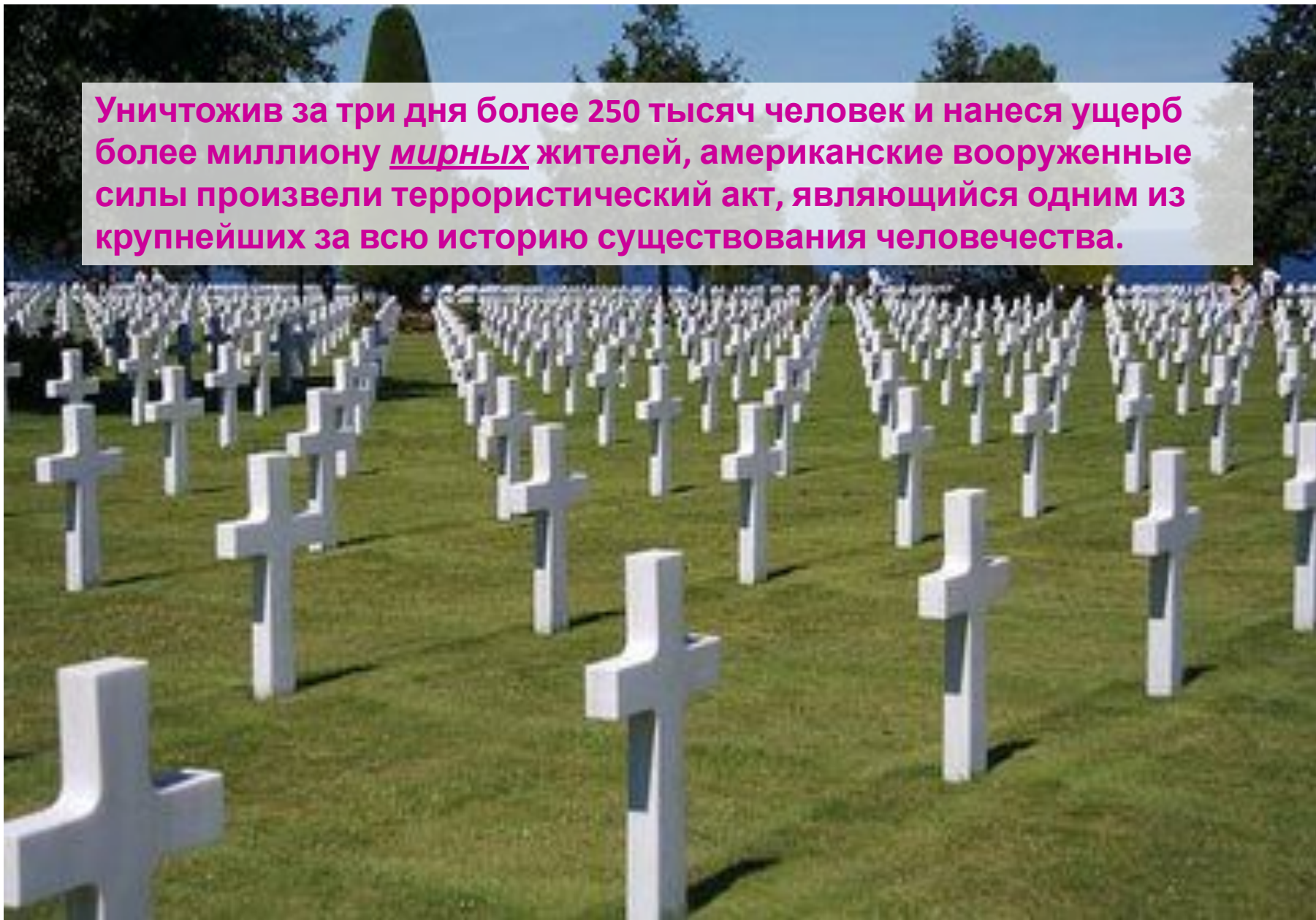
От взрыва в Нагасаки погибли более 70 000 человек, полностью разрушено оказалось 36% домов. Когда пришла ночь, выживших на земле обстреливали самолеты американских воздушных сил.

Статистики оценивают количество умерших в Хиросиме и Нагасаки от последствий радиации между 1950 и 1990 годами еще в несколько сотен тысяч человек.





Уничтожив за три дня более 250 тысяч человек и нанеся ущерб более миллиону мирных жителей, американские вооруженные силы произвели террористический акт, являющийся одним из крупнейших за всю историю существования человечества.







**Монумент в Парке Мира в Хиросиме хранит память о погибших в атомных бомбардировках детях и выражает неприятие ядерной войны.**

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 Водород 1,00797 <b>H</b>											2 Гелий 4,0026 <b>He</b>		
II	2	3 Литий 6,941 <b>Li</b>	4 Бериллий 9,0122 <b>Be</b>	5 Бор 10,811 <b>B</b>	6 Углерод 12,01115 <b>C</b>	7 Азот 14,0067 <b>N</b>	8 Кислород 15,9994 <b>O</b>	9 Фтор 18,9984 <b>F</b>					10 Неон 20,180 <b>Ne</b>		
III	3	11 Натрий 22,9898 <b>Na</b>	12 Магний 24,305 <b>Mg</b>	13 Алюминий 26,9815 <b>Al</b>	14 Кремний 28,086 <b>Si</b>	15 Фосфор 30,9738 <b>P</b>	16 Сера 32,064 <b>S</b>	17 Хлор 35,453 <b>Cl</b>					18 Аргон 39,948 <b>Ar</b>		
IV	4	19 Калий 39,0983 <b>K</b>	20 Кальций 40,08 <b>Ca</b>	21 Скандий 44,956 <b>Sc</b>	22 Титан 47,87 <b>Ti</b>	23 Ванадий 50,942 <b>V</b>	24 Хром 51,996 <b>Cr</b>	25 Марганец 54,938 <b>Mn</b>	26 Железо 55,847 <b>Fe</b>	27 Кобальт 58,9332 <b>Co</b>	28 Никель 58,69 <b>Ni</b>				
	5	29 Медь 63,546 <b>Cu</b>	30 Цинк 65,39 <b>Zn</b>	31 Галлий 69,72 <b>Ga</b>	32 Германий 72,59 <b>Ge</b>	33 Мышьяк 74,9216 <b>As</b>	34 Селен 78,96 <b>Se</b>	35 Бром 79,904 <b>Br</b>					36 Криптон 83,80 <b>Kr</b>		
V	6	37 Рубидий 85,47 <b>Rb</b>	38 Стронций 87,62 <b>Sr</b>	39 Иттрий 88,905 <b>Y</b>	40 Цирконий 91,22 <b>Zr</b>	41 Нобий 92,906 <b>Nb</b>	42 Молибден 95,94 <b>Mo</b>	43 Технеций (98) <b>Tc</b>	44 Рутений 101,07 <b>Ru</b>	45 Родий 102,905 <b>Rh</b>	46 Палладий 106,4 <b>Pd</b>				
	7	47 Серебро 107,868 <b>Ag</b>	48 Кадмий 112,40 <b>Cd</b>	49 Индий 114,82 <b>In</b>	50 Олово 118,69 <b>Sn</b>	51 Сурьма 121,75 <b>Sb</b>	52 Теллур 127,60 <b>Te</b>	53 Иод 126,9044 <b>I</b>					54 Ксенон 131,30 <b>Xe</b>		
VI	8	55 Цезий 132,905 <b>Cs</b>	56 Барий 137,34 <b>Ba</b>	57 Лантан 138,91 <b>La*</b>	58 Гафний 178,49 <b>Hf</b>	59 Тантал 180,948 <b>Ta</b>	60 Вольфрам 183,85 <b>W</b>	61 Рений 186,2 <b>Re</b>	62 Осмий 190,2 <b>Os</b>	63 Иридий 192,2 <b>Ir</b>	64 Платина 195,09 <b>Pt</b>				
	9	79 Золото 196,967 <b>Au</b>	80 Ртуть 200,59 <b>Hg</b>	81 Таллий 204,37 <b>Tl</b>	82 Свинец 207,19 <b>Pb</b>	83 Висмут 208,980 <b>Bi</b>	84 Полоний (209) <b>Po</b>	85 Астат (210) <b>At</b>					86 Радон (222) <b>Rn</b>		
VII	10	87 Франций (223) <b>Fr</b>	88 Радий (226) <b>Ra</b>	89 Актиний (227) <b>Ac**</b>	90 Резерфордий (261) <b>Rf</b>	91 Дубний (262) <b>Db</b>	92 Сибборгий (266) <b>Sg</b>	93 Борий (264) <b>Bh</b>	94 Гассий (268) <b>Hs</b>	95 Мейтнерий (268) <b>Mt</b>	96 Дармштадтий (271) <b>Ds</b>				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>RO</b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					<b>RH<sub>4</sub></b>	<b>RH<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>R</b>	<b>HR</b>							
ЛАНТАНОИДЫ*		58 Церий 140,12 <b>Ce</b>	59 Прозермий 140,907 <b>Pr</b>	60 Неодим 144,24 <b>Nd</b>	61 Прометий 145 <b>Pm</b>	62 Самарий 150,35 <b>Sm</b>	63 Европий 151,96 <b>Eu</b>	64 Гадолиний 157,25 <b>Gd</b>	65 Тербий 158,904 <b>Tb</b>	66 Диспрозий 162,50 <b>Dy</b>	67 Гольмий 164,930 <b>Ho</b>	68 Эрбий 167,26 <b>Er</b>	69 Тулий 168,934 <b>Tm</b>	70 Иттербий 173,04 <b>Yb</b>	71 Лютеций 174,967 <b>Lu</b>
АКТИНОИДЫ**		90 Торий 232,038 <b>Th</b>	91 Протактиний 231,04 <b>Pa</b>	92 Уран 238,03 <b>U</b>	93 Нептуний (237) <b>Np</b>	94 Плутоний (244) <b>Pu</b>	95 Америций (243) <b>Am</b>	96 Кюрий (247) <b>Cm</b>	97 Берклий (247) <b>Bk</b>	98 Калифорний (251) <b>Cf</b>	99 Эйнштейний (252) <b>Es</b>	100 Фермий (257) <b>Fm</b>	101 Менделевий (258) <b>Md</b>	102 Нобелий (259) <b>No</b>	103 Лоуренсий (262) <b>Lr</b>

**А. Беккерель (1852 – 1908)  
Французский физик,  
лауреат Нобелевской премии**

**Занимаясь изучением флуоресценции солей урана, открыл явление естественной радиоактивности. Он показал, что все вещества, содержащие уран, радиоактивны, радиоактивность пропорциональна содержанию урана.**



**Мария Кюри-Складовская и Пьер Кюри открыли химические элементы – радий и полоний в 1898 г.**

**В 1903 г. Мария Кюри-Складовская была удостоена Нобелевской премии за открытие радиоактивности, став первой женщиной-лауреатом в истории этих премий.**



**Радиоактивность** – это явление, при котором определенные химические вещества способны самопроизвольно распадаться, испуская при этом лучевую энергию, которая обладает проникающей способностью и способностью к ионизации



Радий

1620 лет

Радон



В таблице Менделеева более 100 химических элементов. Почти каждый из них представлен смесью стабильных и радиоактивных атомов, которые называют **изотопами** данного элемента

Известно около 2000 изотопов, из которых около 300 - стабильные. Радиоактивные изотопы обычно называют **радионуклидами**

- водород –  ${}_1\text{H}^1$  (стабильный),
- дейтерий –  ${}_1\text{H}^2$  (стабильный),
- тритий –  ${}_1\text{H}^3$  (радиоактивный).



# Радиоактивные излучения подразделяются на 2 группы:

- Группа корпускулярных излучений – потоки элементарных частиц:
  - *Альфа- $\alpha$ -частицы*
  - *Бета- $\beta$ -частицы*
  - *Нейтроны*
- Группа волновых излучений:
  - *Гамма- $\gamma$ -кванты*
  - *Рентгеновское излучение*

**Альфа-частицы** : тяжелые, положительно заряженные частицы, представляющие собой ядра гелия.

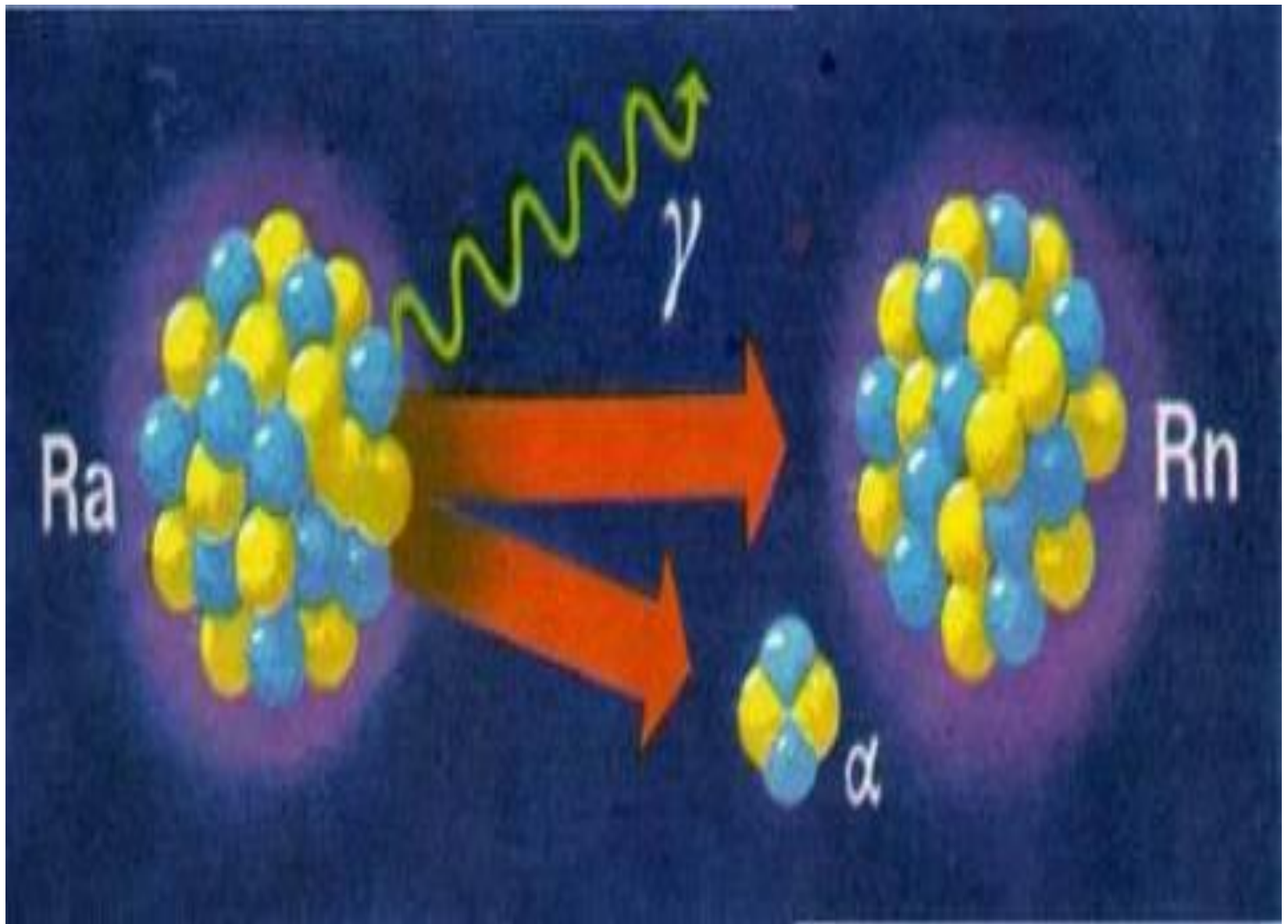
$$E \approx (3-9) \text{ MeV};$$

$$u \approx 20\,000 \text{ km/s};$$

$$L \text{ (длина пробега в воздухе)} \approx (3-9) \text{ cm};$$

$$L \text{ (длина пробега в биологической ткани)} \\ \approx 0.05 \text{ mm};$$

$$1 \text{ cm} \approx 30\,000 \text{ пар ионов.}$$





***Бета-частицы*** - это просто электроны.

$$E \approx (0.0005 - 3.5) \text{ MeV};$$

$$u \approx 300\,000 \text{ km/s};$$

$$L \text{ (длина пробега в воздухе)} \approx (20 - 40) \text{ m};$$

$$L \text{ (длина пробега в биологической ткани)} \\ \approx 2.5 \text{ cm};$$

$$1 \text{ cm} \approx 300 \text{ пар ионов.}$$

**Нейтроны** – это электрически нейтральные частицы.

- медленные нейтроны с энергией менее 1 МэВ;
- нейтроны с промежуточной энергией от 1 до 500 КэВ;
- быстрые нейтроны от 500 КэВ до 500 МэВ.

Скорость медленных нейтронов (тепловых) вблизи ядер составляет приблизительно **2.2 км/с.** и у них больше времени для взаимодействия с ядром.

Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии.

**Длина пробега нейтронов с промежуточной энергией составляет около 15 м в воздушной среде и 3 см в биологической ткани.**

**Для быстрых нейтронов эти показатели соответственно равны – 120 м и 10 см.**

Нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью и представляет для человека наибольшую опасность из всех видов корпускулярного излучения.

**Гамма-излучение – электромагнитное высокочастотное излучение, похожее на видимый свет, однако обладает гораздо большей проникающей способностью.**

$$E \approx (0.01 - 3.0) \text{ MeV};$$

$$u \approx 300\,000 \text{ km/s};$$

**L (длина пробега в воздухе)  $\approx$  сотни метров;  
Человеческий организм пронизывает насквозь;**

$$\lambda \approx 10^{-12} \text{ m};$$

$$f \approx 10^{20} \text{ Hz};$$

**1 cm  $\approx$  (1 – 2) пары ионов.**



# Применение гамма - излучения

**Обнаружение дефектов в металлических деталях – гамма-дефектоскопия;**

**Химические превращения – процессы полимеризации;**

**Пищевая промышленность – стерилизация продуктов питания;**

**Медицина – лечение опухолей, стерилизация помещений, аппаратуры, лекарственных препаратов;**

**Растениеводство – повышение урожайности, ускорение развития, улучшение качества;**

**Сельское хозяйство – уничтожение различных насекомых-вредителей, увеличение сроков хранения сельскохозяйственных продуктов.**

**Интенсивное гамма излучение** может повредить не только кожу, но и внутренние ткани, и представляет большую опасность для человека.

**Гамма-излучение** обладает большой проникающей способностью, т. е. может проникать сквозь большие толщи вещества без заметного ослабления.

Ослабляющее действие принято характеризовать **слоем половинного ослабления, т.е. Толщиной материала**, проходя через который гамма излучение уменьшается в два раза.

Для ослабления энергии гамма излучение в два раза необходим слой вещества:

- Свинец – 1.8 см;
- Кирпич – 14 см;
- Сталь – 2.8 см;
- Вода – 23 см;
- Бетон – 10 см;
- Дерево – 30 см.

Полностью защищают человека от воздействия гамма излучения специальные защитные сооружения – **убежища**. Самым надежным убежищем для населения являются **станции метрополитена**.

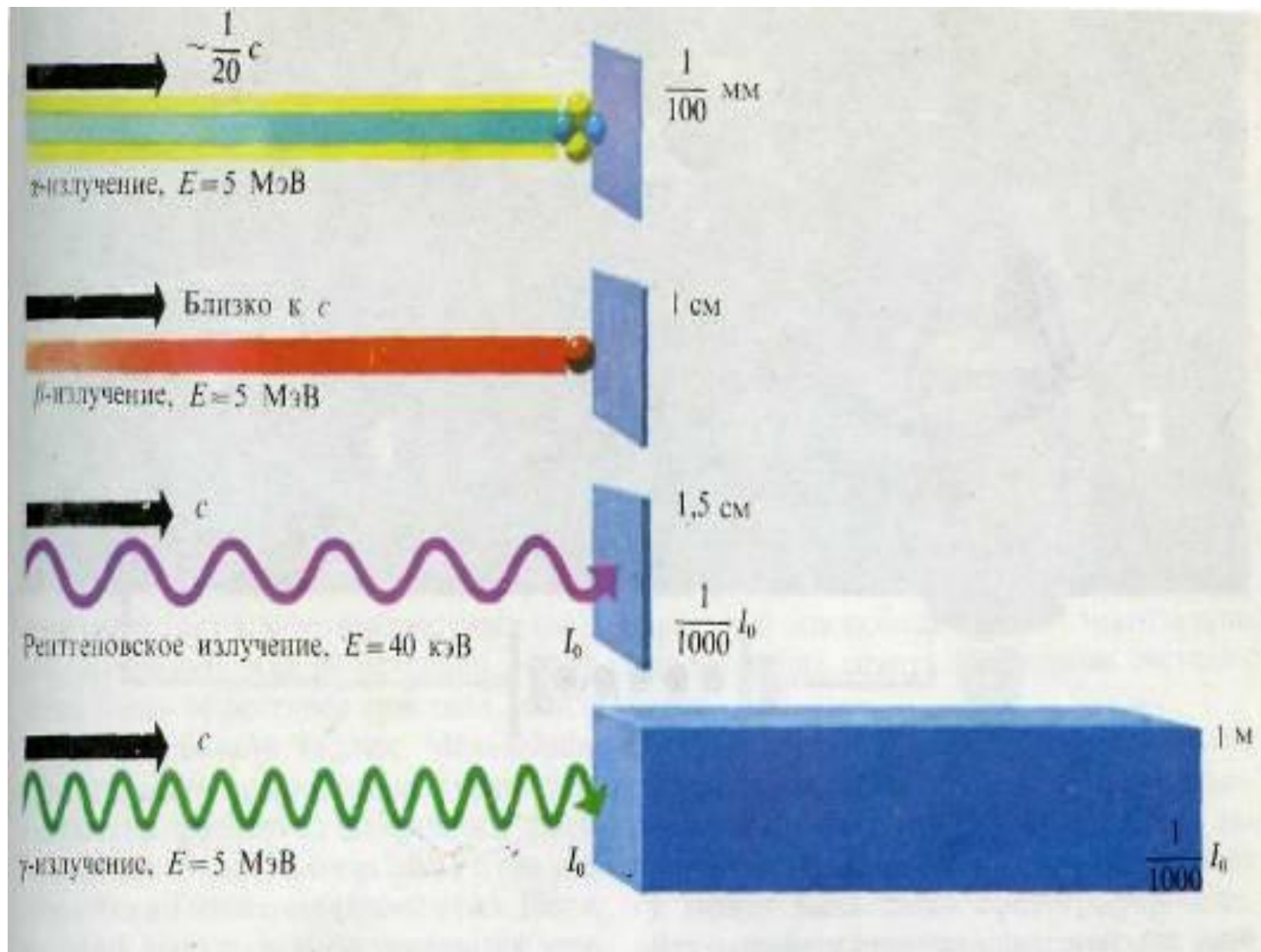
***Рентгеновское излучение*** – представляет собой электромагнитное излучение, проникает через некоторые непрозрачные для видимого света материалы.

$$E \approx 1.0 \text{ KeV} - 3,0 \text{ MeV};$$

$$\lambda \approx 10^{-5} - 10^2 \text{ нм};$$

***Наше Солнце*** – один из естественных источников рентгеновского излучения, но земная атмосфера обеспечивает от него надежную защиту.







**РЕНТГЕН (Рентген) Вильгельм Конрад (1845-1923), немецкий физик.**  
**Открыл (1895) рентгеновские лучи, исследовал их свойства. Труды по пьезо- и пироэлектрическим свойствам кристаллов, магнетизму.**  
**Нобелевская премия (1901).**

**Х-лучи** легко проходят через непрозрачные для света слои вещества и способны вызывать флуоресценцию экранов и почернение фотопластинок. Это открывало невиданные ранее возможности, особенно в медицине.

Лучи Рентгена, позволяют увидеть то, что прежде было невидимым.

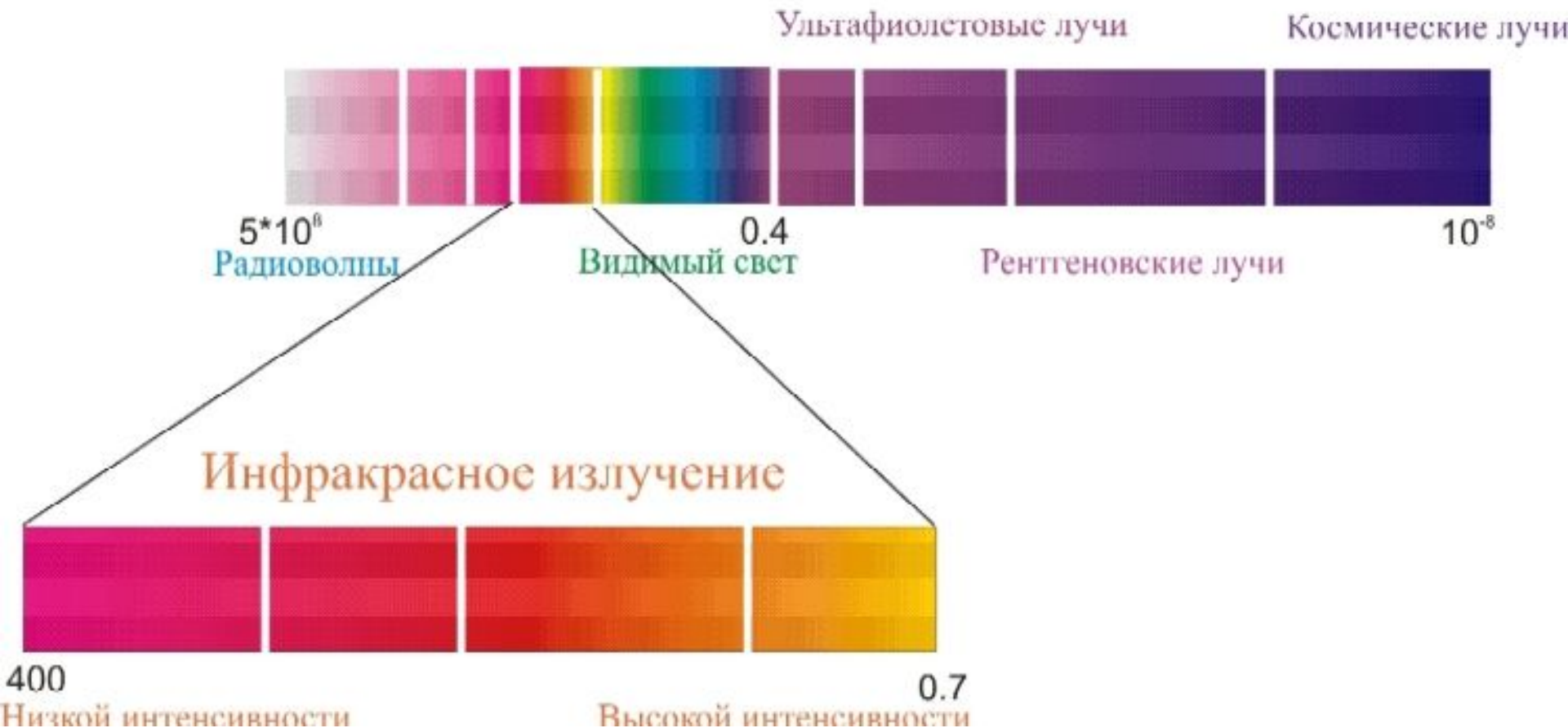
8 ноября 1895 Рентген, работая с разрядной трубкой, обратил внимание на такое явление: если обернуть трубку плотной, черной бумагой или картоном, то на расположенном возле экрана, смоченном платиносинеродистым барием, наблюдается флуоресценция. Рентген понял, что флуоресценция вызывается каким-то излучением, возникающем в том месте разрядной трубке, на которое попадают катодные лучи.

**Катодные лучи** - это вырывающиеся из катода электроны; налетая на препятствие, они резко тормозятся, и это приводит к излучению электромагнитных волн.



Открытие Рентгена радикально изменило представления о шкале электромагнитных волн. За фиолетовой границей оптической части спектра и даже за границей ультрафиолетовой области обнаружались области еще более коротковолнового электромагнитного - **рентгеновского** - излучения, примыкающего далее к гамма диапазону.

## Электромагнитный спектр



# Применение рентгеновского излучения

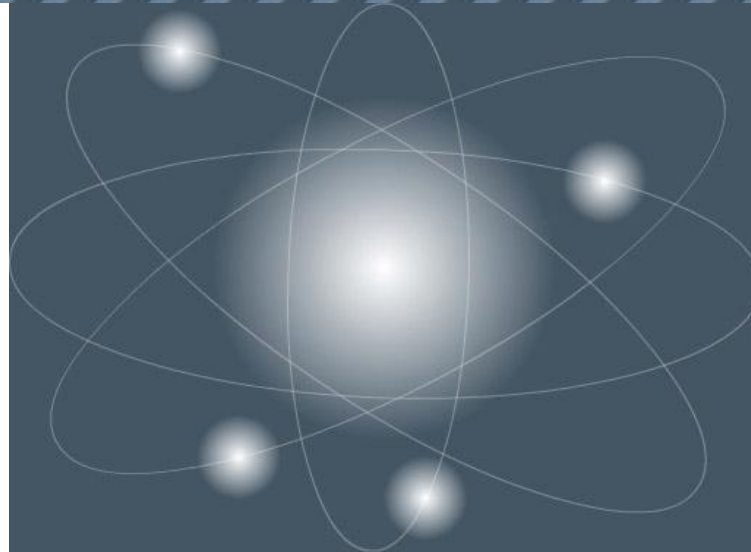
- При помощи рентгеновских лучей можно просветить человеческое тело, в результате чего можно получить изображение костей, а в современных приборах и внутренних органов (**флюорография, рентгенография, стоматология, компьютерная томография**);
- При лечении рака рентгеновское излучение убивает раковые клетки, но оно может оказать нежелательное влияние и на нормальные клетки. Поэтому при таком использовании должна соблюдаться крайняя осторожность;
- Выявление дефектов в изделиях (рельсах, сварочных швах и т. д.) называется **рентгеновской дефектоскопией**;
- Можно определить химический состав вещества;
- В материаловедении, кристаллографии, химии и биохимии – выяснения структуры веществ на атомном уровне;
- Определение структуры ДНК;
- Контроль артиллерийских стволов, пищевых продуктов, пластмасс, для проверки сложных устройств и систем в электронной технике;
- Исследование полотен живописи с целью установления их подлинности или для обнаружения добавочных слоев краски поверх основного слоя.





# **К основным характеристикам радиоактивных излучений относятся:**

- Период полураспада -  $T$ ;**
- Активность радиоактивных веществ -  $A$ ;**
- Доза излучения (облучения) -  $D$ ;**
- Уровень радиации (радиационный фон);**
- Степень заражения (загрязнения) радиоактивными веществами (РВ).**



# Период полураспада

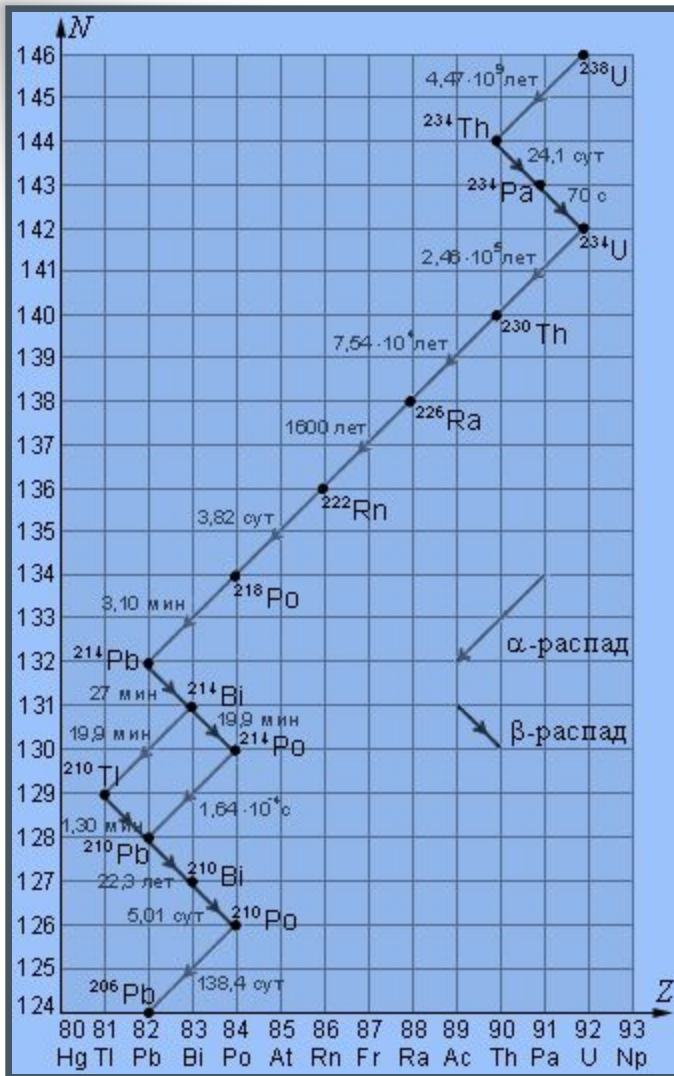
**Период полураспада** – основная величина, характеризующая скорость радиоактивного распада. Чем меньше период полураспада, тем интенсивнее протекает распад.

**Период полураспада** - время, по истечении которого начальное число атомов радиоактивного вещества уменьшается вдвое.

Период полураспада есть величина постоянная для каждого изотопа.

# Период полураспада





Изотоп	$T_{1/2}$
Водород	12,3 лет
Кислород	124 с
Уран	$4,5 \cdot 10^9$ лет
Плутоний	$2,44 \cdot 10^4$ лет
Радий	1601 год
Мышьяк	26,3 ч

# Активность радиоактивных веществ [A]

Активность радиоактивных веществ [A] – число спонтанных, самопроизвольных превращений в этом веществе  $dN$  за малый промежуток времени  $dt$ , деленное на этот промежуток, т.е. количество распадов ядер в секунду:

$$A = dN / dt$$

*Беккерель – Бк, Вq – единица измерения активности*

$$1 [\text{Бк}] = 1[\text{Вq}] = 1 \text{ распад} / \text{с}$$

Если в каком-то веществе распадается 403 ядра в секунду, то его активность составляет 403 Бк.

$$\text{Кюри} = 1 [\text{Ки}] = 1 [\text{Ci}] = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ распад/с} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Вq}$$

# Доза облучения

- Воздействие радиации на человека называют *облучением*.
- Доза облучения характеризует степень ионизации вещества: *чем больше доза, тем больше степень этой ионизации*.
- Одна и та же доза может накапливаться за разное время, биологический эффект облучения зависит не только от величины дозы, но и от времени ее накопления.
- Чем быстрее получена данная доза, тем больше ее поражающее действие.

# Единицы радиоактивности

В. Рентген – немецкий физик

$$\text{Рентген} = 1 [\text{Р}] = 1 [\text{R}]$$

Л.Грей – английский физик и радиобиолог

$$\text{Грей} = 1 [\text{Гр}] = 1 [\text{Gy}]$$

Зиверт - шведский ученый физик

$$\text{Зиверт} = 1 [\text{Зв}] = 1 [\text{Sv}].$$

биологический эквивалент рентгена – бэр

- $\text{рад} = 1 [\text{рад}] = 10^{-2} \text{ Гр}$
- $1 \text{ Зв} = 100 \text{ Р} = 100 \text{ бэр}$
- $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 114 \text{ Р}$ 
  - $1 \text{ рад} = 1 \text{ бэр} = 1 \text{ Р}$



# Значение доз и степень их воздействия на организм человека:

- 84 мкR – при полете в самолете на высоте 8 000 м;
- 0.1 мкЗв = 1 мкрад = 1 мкR – просмотр одного хоккейного матча по телевизору;
- 5 мкЗв = 0.5 мкR – ежедневный по 3 часа просмотр телевизионных передач в течение года;
- 0.03 Зв = 3 рад = 3 R – облучение при рентгенографии зубов;
- 0.3 Зв = 30 бэр = 30 R – облучение при рентгеноскопии желудка;
- 3.7 мЗв = 370 мR – при флюорографии;
- Доза облучения костного мозга в среднем измеряется десятками и сотнями миллирентген на одну процедуру;
- Доза облучения грудной клетки – до 500 мR на одно обследование, хотя при использовании современной аппаратуры и сверхчувствительной пленки эта доза может быть снижена до 100 мR;
- Дозы облучения лёгких могут достигать (20 - 800) мR;

- (0.1- 0.2) R /год – доза естественного излучения (космического и природного) фона, получаемая каждым человеком за год;
- 25 R = (0.25 Гр) – доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах;
- 100 R (1 Гр) – уровень кратковременной стерилизации, потери и воспроизводства потомства; нижний уровень развития легкой степени лучевой болезни;
- (150 - 200) R = (1.5 - 2.0) Гр – вторая степень развития лучевой болезни;
- (300 - 450) R = (3 - 4) Гр – третья тяжелая степень развития лучевой болезни; 50% облученных умирают в течение одного – двух месяцев вследствие поражения клеток костного мозга;
- 500 R = 5 Гр и выше – крайне тяжелая четвертая степень лучевой болезни – смертельная доза. Смерть наступает через 10 суток.

# Уровень радиации – радиационный фон

Характеризует интенсивность излучения. Это доза излучения, создаваемая за единицу времени и характеризующая скорость ее накопления.

Измеряется уровень радиации в:

$R/\text{ч}$ ,  $R/\text{с}$ ,  $R/\text{h}$ ,  $\text{mR}/\text{h}$ ,  $\text{рад}/\text{ч}$ ,  $\text{Гр}/\text{с}$

Чем больше уровень радиации, тем меньше времени должны находиться на зараженном участке люди, чтобы полученная ими доза облучения не превысила допустимую.

Уровень радиации пропорционален активности  $PB$ , которая в соответствии с законом радиоактивного распада непрерывно уменьшается во времени. Поэтому, уровень радиации на местности непрерывно снижается.

**Радиационный фон** – это ионизирующее излучение, обусловленное совместным действием природных (естественных) и техногенных радиационных факторов.

**Естественный радиационный фон** – это излучение, создаваемое рассеянными в природе радионуклидами, содержащимися в земной коре, приземном воздухе, почве, воде, растениях, продуктах питания, в организмах человека (84%), а также космическое излучение (16%). Естественный радиационный фон колеблется в широких пределах в различных регионах Земли. Эквивалентная доза в организме человека в среднем  $2 \text{ мЗв} = 0.2 \text{ бэр}$ .

**Техногенный радиационный фон** связан с переработкой и перемещением горных пород, сжиганием каменного угля, нефти, газа и других горючих ископаемых, а также с испытаниями ядерного оружия и ядерной энергетикой.

Радиационный фон в Латвии контролируется Центром радиационной безопасности.



# Степень заражения (загрязнения) РВ

- Степень заражения (загрязнения) РВ характеризуется плотностью заражения, которая измеряется количеством радиоактивных распадов, приходящихся в единицу времени на единице поверхности, в единице массы или объема.
- Измеряется степень заражения соответственно в:  
 $\text{Ci}/\text{km}^2$ ,  $\text{Bq}/\text{km}^2$ ,  $\text{Ci}/\text{l}$ ,  $\text{Bq}/\text{km}^3$ ,  $\text{Ci}/\text{kg}$ ,  $\text{Bq}/\text{kg}$ .

Знание степени заражения РВ позволяет оценить вредное биологическое воздействие зараженных объектов и предметов при соприкосновении с ними или попадании РВ внутрь организма.

Для Латвии характерны такие показатели:

- нормальный радиационный фон – (10 – 20)  $\text{mkR}/\text{h}$
- степень загрязнения поверхности – 13 660  $\text{Bq}/\text{km}^2$
- степень загрязнения продуктов – 700  $\text{Bq}/\text{kg}$
- для сравнения в Швеции – 200  $\text{Bq}/\text{kg}$

# Защита от ионизирующих излучений

- **Сокращение времени** пребывания около источников излучения, чем меньше время пребывания вблизи источника радиации, тем меньше полученная от него доза облучения.
- **Удаление от источника излучения**, излучение уменьшается с удалением от источника (пропорционально квадрату расстояния). Если на расстоянии 1 м от источника радиации дозиметр фиксирует **1000 mkR/h**, то уже на расстоянии 5 м показания снизятся приблизительно до **40 mkR/h**;
- **Экранирование источника**, необходимо стремиться, чтобы между Вами и источником радиации оказалось как можно больше вещества: чем его больше и чем оно плотнее, тем большую часть радиации оно поглотит.

Защита от  $\alpha$ -излучения – **экраны из обычного или органического стекла толщиной несколько миллиметров, слой воздуха в несколько сантиметров.**

Для защиты от  $\beta$ -излучения – **экраны из алюминия или пластмассы.**  
От  $\gamma$ -, рентгеновского излучения – **свинец, сталь, вольфрамовые сплавы.**

От нейтронного излучения защищают материалы, содержащие в составе **водород (парафин, вода), а также бериллий, графит, соединение бора, бетон.**

# Спасибо за внимание!

