

# Ядерная и водородная бомбы

Работу выполнила  
Студентка группы АКХ11-19  
Леханова Анастасия

- Ядерное оружие — вооружение стратегического характера, способное решать глобальные задачи. Его применение сопряжено со страшными последствиями для всего человечества. Это делает атомную бомбу не только угрозой, но и оружием сдерживания.
- Появление вооружения, способного поставить точку в развитии человечества, ознаменовало начало его новой эпохи. Вероятность глобального конфликта или новой мировой войны сведена к минимуму из-за возможности тотального уничтожения всей цивилизации.
- Несмотря на подобные угрозы, ядерное оружие продолжает оставаться на вооружении ведущих стран мира. В определенной степени именно оно становится определяющим фактором международной дипломатии и геополитики.



# История создания ядерной бомбы

Вопрос о том, кто изобрел ядерную бомбу, в истории не имеет однозначного ответа. Предпосылкой для работы над атомным оружием принято считать открытие радиоактивности урана. В 1896 году французский химик А. Беккерель открыл цепную реакцию данного элемента, положив начало разработкам в ядерной физике.

В следующее десятилетие были открыты альфа-, бета- и гамма-лучи, а также ряд радиоактивных изотопов некоторых химических элементов. Последовавшее открытие закона радиоактивного распада атома стало началом для изучения ядерной изометрии.

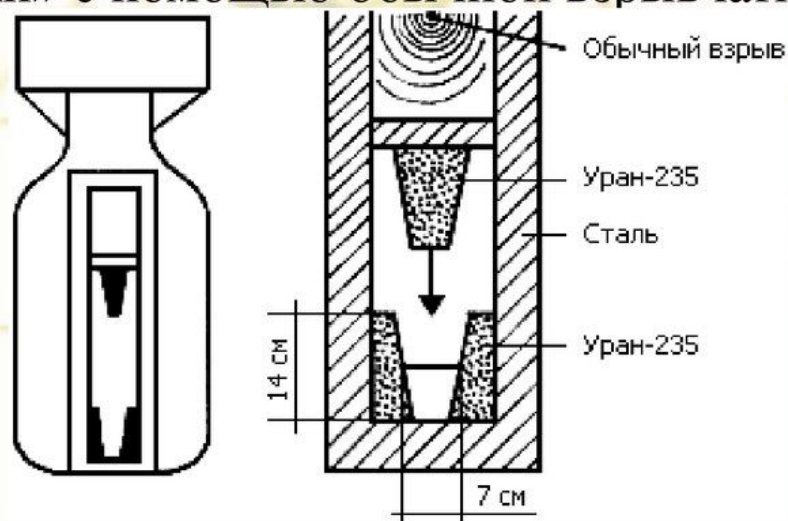
- В декабре 1938 года немецкие физики О. Ган и Ф. Штрассман первыми смогли провести реакцию расщепления ядра в искусственных условиях. 24 апреля 1939 руководству Германии было доложено о вероятности создания нового мощного взрывчатого вещества. Однако немецкая ядерная программа была обречена на провал. Несмотря на успешное продвижение ученых, страна ввиду войны постоянно испытывала трудности с ресурсами, особенно с поставками тяжелой воды. На поздних этапах, исследования замедлялись постоянными эвакуациями. 23 апреля 1945 разработки немецких ученых были захвачены в Хайгерлохе и вывезены в США.
- США стали первой страной, выразившей заинтересованность в новом изобретении. В 1941 году на его разработку и создание были выделены значительные средства. Первые испытания прошли 16 июля 1945 года. Меньше, чем через месяц, США впервые применили ядерное оружие, сбросив две бомбы на Хиросиму и Нагасаки.
- Изобретение советской атомной бомбы было возглавлено И. Курчатовым и Ю. Харитоновым, они и считаются создателями советской атомной бомбы. Информация об этом стала толчком для подготовки США к упреждающей войне. В июле 1949 года был разработан план «Троян», по которому планировалась начать программу разработки 1 января 1950 г.

# Принцип работы

На рис. изображена **схема атомной бомбы «Малыш»**, сброшенной на Хиросиму.

Ядерной взрывчаткой в бомбе служил  $^{235}\text{U}$  разделенный на две части, масса которых была меньше критической.

Необходимая для взрыва критическая масса  $^{235}\text{U}$  создавалась в результате соединения обеих частей «методом пушки» с помощью обычной взрывчатки.



Принцип действия – объединение зарядов для создания критической массы и последующей цепной реакции

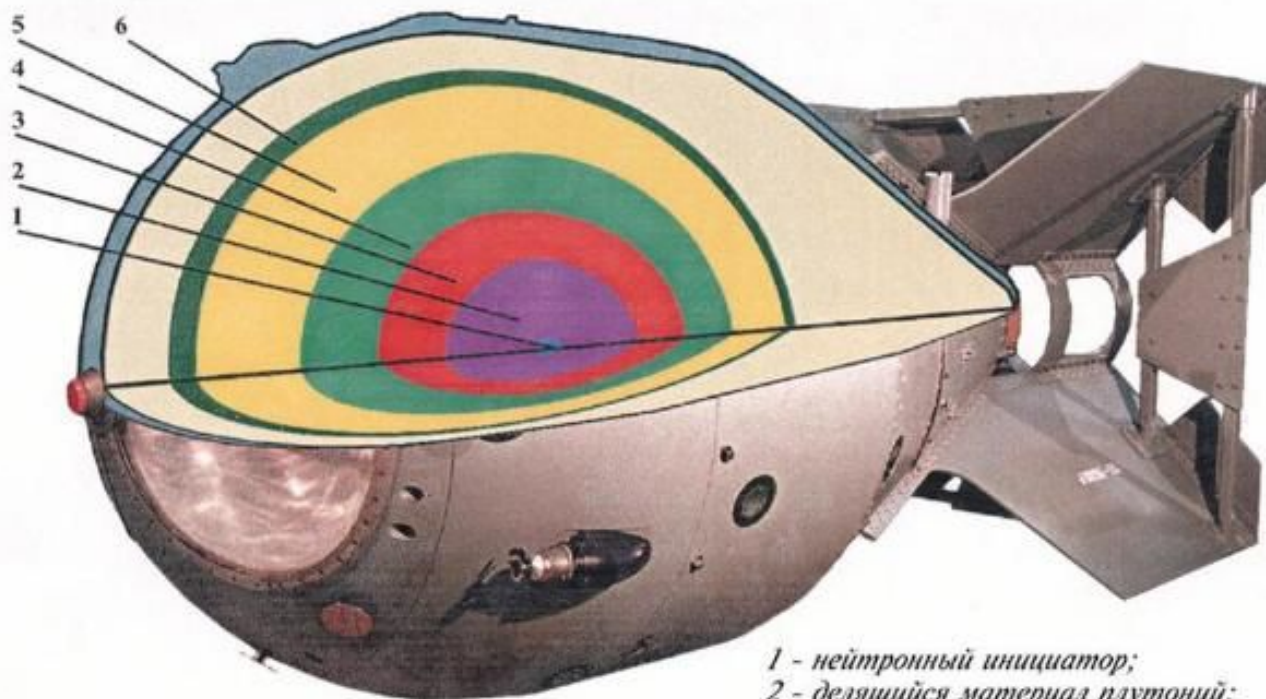
Принцип работы атомной бомбы основан на цепной реакции распада тяжелых ядер или термоядерном синтезе легких. В ходе данных процессов выделяется огромное количество энергии, которая и превращает бомбу в оружие массового поражения.

Принцип взрыва ядерной бомбы имеет несколько поражающих факторов:

- ❖ световая вспышка;
- ❖ радиоактивное заражение;
- ❖ ударная волна;
- ❖ проникающая радиация;
- ❖ электромагнитный импульс.

- Световая вспышка, сопровождаемая тепловым излучением, образуется первой. Ее мощность значительно превышает силу солнечных лучей, что делает взрыв опасным на расстоянии нескольких километров от эпицентра.
- Опасность представляет и радиация: в течение минуты ее проникающая способность самая высокая. В дальнейшем она вызывает лучевую болезнь у людей и животных.
- Ударная волна имеет высокую степень поражения на расстоянии в несколько сотен метров от эпицентра. В данном радиусе не остается ничего живого или целого. По мере удаления от центра, снижается и степень повреждений.
- Электромагнитный импульс (ЭМИ) — самое «безобидное» следствие ядерного взрыва, приводит к отключению электроники. Вред живым организмам наносит в случае их зависимости от электронных аппаратов. При этом ламповая и фотонная аппаратура имеет хорошую устойчивость к ЭМИ.

## СХЕМА ПЕРВОЙ СОВЕТСКОЙ АТОМНОЙ БОМБЫ



- 1 - нейтронный инициатор;
- 2 - делящийся материал плутоний;
- 3 - металлический уран-238;
- 4 - алюминий;
- 5 - взрывчатое вещество и фокусирующая система;
- 6 - дюралюминиевый корпус



Ядерные бомбы не имеют четких характеристик ввиду разнообразия применения подобных боеприпасов. Однако существует ряд общих аспектов, обязательно учитываемых при создании данного оружия.

К таковым относят:

- осесимметричное строение бомбы — все блоки и системы размещаются попарно в контейнерах цилиндрической, сфероцилиндрической или конической формы;
- при проектировании сокращают массу ядерной бомбы за счет объединения силовых узлов, выбора оптимальной формы оболочек и отсеков, а также применения более прочных материалов;
- минимизируют количество проводов и разъемов, а для передачи воздействия применяют пневмопровод или взрыводетанирующий шнур;
- блокировка основных узлов осуществляется с помощью перегородок, разрушаемых пирозарядами;
- активные вещества закачиваются с помощью отдельного контейнера или внешнего носителя.

С учетом требований к устройству, ядерная бомба состоит из следующих комплектующих:

- корпус, обеспечивающий защиту боеприпаса от физического и теплового воздействия — разделен на отсеки, может комплектоваться силовой рамой;
- ядерный заряд с силовым креплением;
- система самоликвидации с ее интеграцией в ядерный заряд;
- источник питания, рассчитанный на длительное хранение — приводится в действие уже при запуске ракеты;
- внешние датчики — для сбора информации;
- системы взведения, управления и подрыва, последняя внедрена в заряд;
- системы диагностики, подогрева и поддержания микроклимата внутри герметичных отсеков.
- В зависимости от типа ядерной бомбы, в нее интегрируют и другие системы. Среди таких может быть датчик полета, пульт блокировки, расчет полетных опций, автопилот. В некоторых боеприпасах применяются и постановщики помех, рассчитанные на снижение противодействия ядерной бомбе.

# Защита от поражающего действия ядерных бомб

- 1. Защита от светового излучения.
  - ❖ Подвалы, закрытые объекты.
  - ❖ Любая преграда, создающая тень.
- 2. Защита от ударной волны.
  - ❖ Для того чтобы защитить себя от действия ударной волны, необходимо укрыться в убежище.
  - ❖ В подвалах следует принять специальные меры безопасности на тот случай, если дом, под которым находится убежище, обрушится. Необходимо усилить потолок подвала, а кроме того, можно установить ряд балок, упирающихся одним концом в капитальную стену, а другим — в крепкий пол.
  - ❖ Разумеется, все указанные выше меры защиты действительно лишь для воздушного взрыва. Если взрыв будет наземным, образуется гигантская воронка; на довольно большом расстоянии от места падения бомбы все будет уничтожено, так что о защите в этой зоне не может быть и речи.

- 3. Защита от радиоактивных излучений.

- ❖ При воздушном взрыве опасность представляет лишь проникающая радиация; поэтому, защищаясь от действия ударной волны, то есть укрывшись в бетонированном убежище с достаточно толстым слоем насыпанной сверху земли, человек может рассчитывать на то, что он будет защищен и от проникающей радиации.

Для защиты от проникающей радиации имеется три способа:

- удалиться от места взрыва
- Выждать
- укрыться за какой-либо преградой

- 4. Защита от проникающей радиации.

- ❖ Защитой являются убежища.

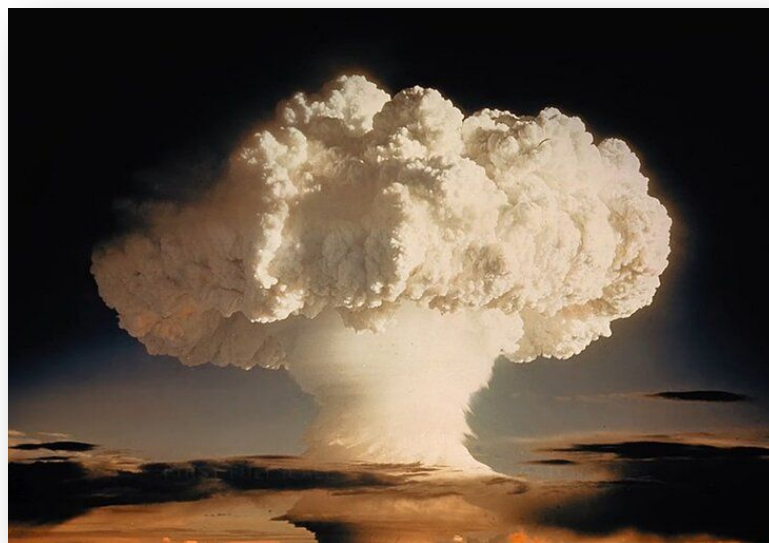
Ослабляют воздействие проникающей радиации на человека укрытия, складки местности и местные предметы.

# Водородная бомба

Водородная бомба (Hydrogen Bomb, НВ, ВБ) — оружие массового поражения, обладающее невероятной разрушительной силой (ее мощность оценивается мегатоннами в тротиловом эквиваленте). Принцип действия бомбы и схема строения базируется на использовании энергии термоядерного синтеза ядер водорода.

Процессы, протекающие во время взрыва, аналогичны тем, что протекают на звёздах (в том числе и на Солнце).

Первое испытание пригодной для транспортировки на большие расстояния ВБ (проекта А.Д.Сахарова) было проведено в Советском Союзе на полигоне под Семипалатинском.



# Термоядерная реакция

- Солнце содержит в себе огромные запасы водорода, находящегося под постоянным действием сверхвысокого давления и температуры (порядка 15 млн градусов Кельвина). При такой запредельной плотности и температуре плазмы ядра атомов водорода хаотически сталкиваются друг с другом. Результатом столкновений становится слияние ядер, и как следствие, образование ядер более тяжёлого элемента — гелия. Реакции такого типа именуют термоядерным синтезом, для них характерно выделение колоссального количества энергии.
- Законы физики объясняют энерговыделение при термоядерной реакции следующим образом: часть массы лёгких ядер, участвующих в образовании более тяжёлых элементов, остаётся незадействованной и превращается в чистую энергию в колоссальных количествах. Именно поэтому наше небесное светило теряет приблизительно 4 млн т. вещества в секунду, выделяя при этом в космическое пространство непрерывный поток энергии.

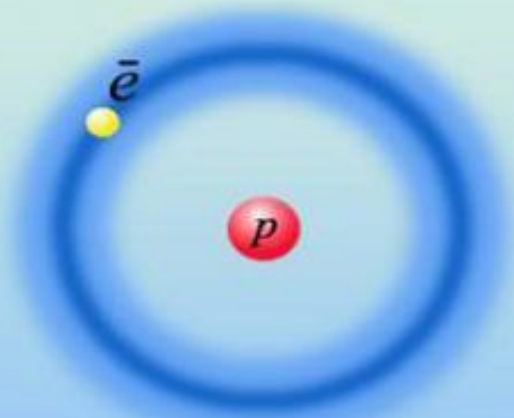
# Изотопы водорода

- Самым простым из всех существующих атомов является атом водорода. В его состав входит всего один протон, образующий ядро, и единственный электрон, вращающийся вокруг него. В результате научных исследований воды, было установлено, что в ней в малых количествах присутствует так называемая «тяжёлая» вода. Она содержит «тяжёлые» изотопы водорода ( $2\text{H}$  или дейтерий), ядра которых, помимо одного протона, содержат так же один нейтрон (частицу, близкую по массе к протону, но лишённую заряда).
- Науке известен также тритий — третий изотоп водорода, ядро которого содержит 1 протон и сразу 2 нейтрона. Для трития характерна нестабильность и постоянный самопроизвольный распад с выделением энергии (радиации), в результате чего образуется изотоп гелия. Следы трития находят в верхних слоях атмосферы Земли: именно там, под действием космических лучей молекулы газов, образующие воздух, претерпевают подобные изменения. Получение трития возможно также и в ядерном реакторе путём облучения изотопа литий-6 мощным

# Изотопы водорода

*протий*

${}^1_1\text{H}$



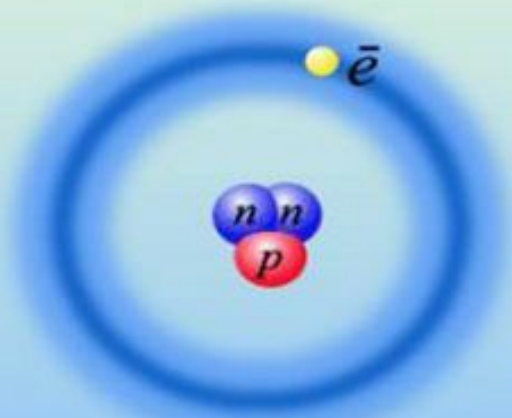
*дейтерий*

${}^2_1\text{H}$



*тритий*

${}^3_1\text{H}$





# Разработка водородной бомбы

- В результате тщательного теоретического анализа, специалисты из СССР и США пришли к выводу, что смесь дейтерия и трития позволяет легче всего запускать реакцию термоядерного синтеза. Вооружившись этими знаниями, учёные из США в 50-х годах прошлого века принялись за создание водородной бомбы. И уже весной 1951 года, на полигоне Эниветок (атолл в Тихом океане) было проведено тестовое испытание, однако тогда удалось добиться лишь частичного термоядерного синтеза.



- Прошло ещё чуть более года, и в ноябре 1952 года было проведено второе испытание водородной бомбы мощностью порядка 10 Мт в тротиловом эквиваленте. Однако тот взрыв трудно назвать взрывом термоядерной бомбы в современном понимании: по сути, устройство представляло собой крупную ёмкость (размером с трёхэтажный дом), наполненную жидким дейтерием.
- В России тоже взялись за усовершенствование атомного оружия, и первая водородная бомба проекта А.Д. Сахарова была испытана на Семипалатинском полигоне 12 августа 1953 года. РДС-6 (данный тип оружия массового поражения прозвали «сложкой» Сахарова, так как его схема подразумевала последовательное размещение слоёв дейтерия, окружающих заряд-инициатор) имела мощность 10 Мт. Однако в отличие от американского «трёхэтажного дома», советская бомба была компактной, и её можно было оперативно доставить к месту выброски на территории противника на стратегическом бомбардировщике.

- Приняв вызов, США в марте 1954 произвели взрыв более мощной авиабомбы (15 Мт) на испытательном полигоне на атолле Бикини (Тихий океан). Испытание стало причиной выброса в атмосферу большого количества радиоактивных веществ, часть из которых выпало с осадками за сотни километров от эпицентра взрыва. Японское судно «Счастливый дракон» и приборы, установленные на острове Рогелап, зафиксировали резкое повышение радиации.



Так как в результате процессов, происходящих при детонации водородной бомбы, образуется стабильный, безопасный гелий, ожидалось, что радиоактивные выбросы не должны превышать уровень загрязнения от атомного детонатора термоядерного синтеза. Но расчёты и замеры реальных радиоактивных осадков сильно разнились, причём как по количеству, так и по составу. Поэтому в руководстве США было принято решение временно приостановить проектирование данного вооружения до полного изучения его влияния на окружающую среду и человека.

# Принцип действия

- Водородная бомба — сложнейшее техническое устройство, взрыв которого требует последовательного протекания ряда процессов.
- Сначала происходит детонация заряда-инициатора, находящегося внутри оболочки ВБ (миниатюрная атомная бомба), результатом которой становится мощный выброс нейтронов и создание высокой температуры, требуемой для начала термоядерного синтеза в основном заряде. Начинается массивированная нейтронная бомбардировка вкладыша из дейтерида лития (получают соединением дейтерия с изотопом лития-6).

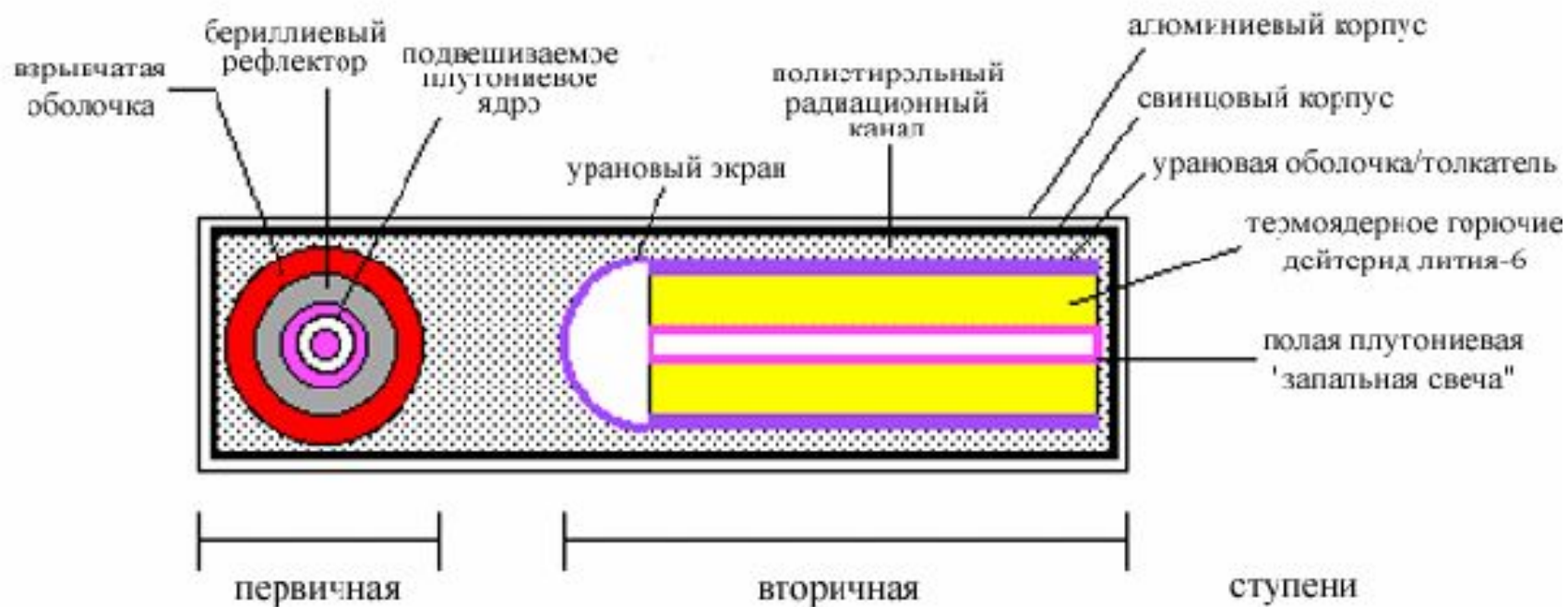
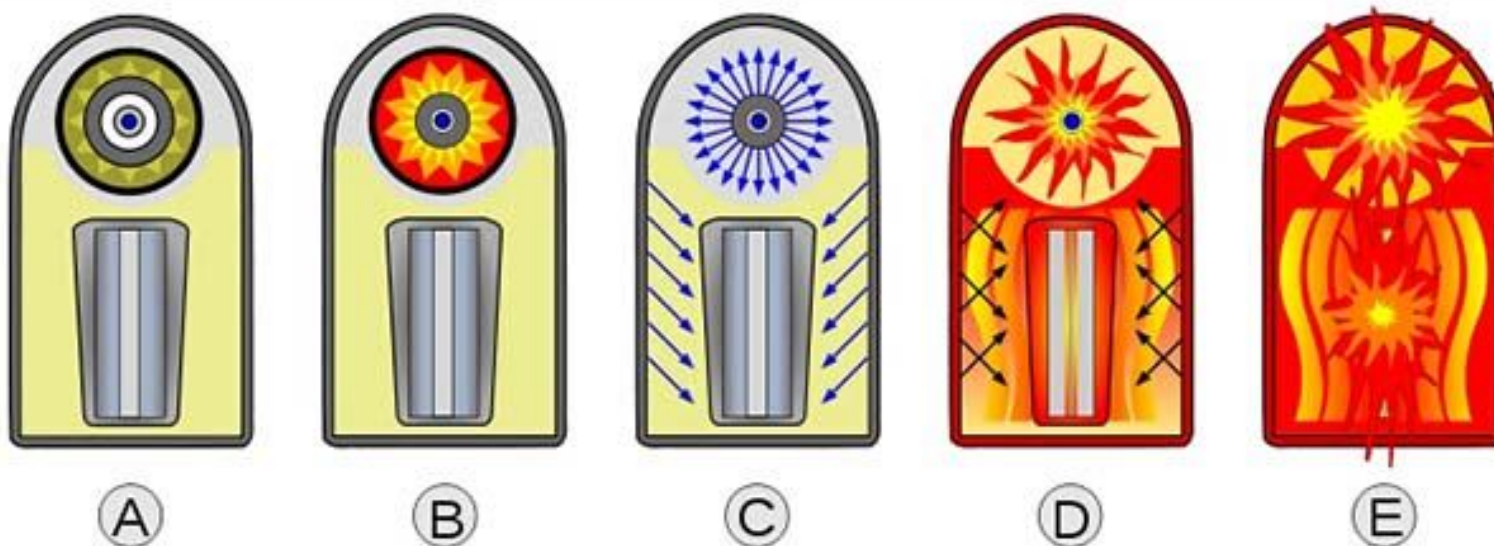


рис. 1 Двухэтапная схема радиационной имплозии Теллера-Улама

- Под действием нейтронов происходит расщепление лития-6 на тритий и гелий. Атомный запал в этом случае становится источником материалов, необходимых для протекания термоядерного синтеза в самой сдетонировавшей бомбе.



**A** Боеголовка перед взрывом; первая ступень сверху, вторая ступень внизу. Оба компонента термоядерной бомбы.

**B** Взрывчатое вещество подрывает первую ступень, сжимая ядро плутония до сверхкритического состояния и инициируя цепную реакцию расщепления.

**C** В процессе расщепления в первой ступени происходит импульс рентгеновского излучения, который распространяется вдоль внутренней части оболочки, проникая через наполнитель из пенополистирола.

**D** Вторая ступень сжимается вследствие абляции (испарения) под воздействием рентгеновского излучения, и плутониевый стержень внутри второй ступени переходит в сверхкритическое состояние, инициируя цепную реакцию, выделяя огромное количество тепла.

**E** В сжатом и разогретом дейтериде лития-6 происходит реакция слияния, испускаемый нейтронный поток является инициатором реакции расщепления тампера. Огненный шар расширяется...

- Смесь трития и дейтерия запускает термоядерную реакцию, вследствие чего происходит стремительное повышение температуры внутри бомбы, и в процесс вовлекается всё больше и больше водорода.
- Принцип действия водородной бомбы подразумевает сверхбыстрое протекание данных процессов (устройство заряда и схема расположения основных элементов способствует этому), которые для наблюдателя выглядят мгновенными.



# Последствия взрыва водородной бомбы

- **Ударная волна**
- Взрыв водородной бомбы влечёт масштабные разрушения и последствия, а первичное (явное, прямое) воздействие имеет тройственный характер. Самое очевидное из всех прямых воздействий — ударная волна сверхвысокой интенсивности. Её разрушительная способность уменьшается при удалении от эпицентра взрыва, а так же зависит от мощности самой бомбы и высоты, на которой произошла детонация заряда.





- **Тепловой эффект**

- Эффект от теплового воздействия взрыва зависит от тех же факторов, что и мощность ударной волны. Но к ним добавляется ещё один — степень прозрачности воздушных масс. Туман или даже незначительная облачность резко уменьшает радиус поражения, на котором тепловая вспышка может стать причиной серьёзных ожогов и потери зрения. Взрыв водородной бомбы (более 20 Мт) генерирует невероятное количество тепловой энергии, достаточной, чтобы расплавить бетон на расстоянии 5 км, выпарить воду практически всю воду из небольшого озера на расстоянии в 10 км, уничтожить живую силу противника, технику и постройки на том же расстоянии. В центре образуется воронка диаметром 1-2 км и глубиной до 50 м, покрытая толстым слоем стекловидной массы (несколько метров пород, имеющих большое содержание песка, почти мгновенно плавятся, превращаясь в стекло).

- Согласно расчётам, полученным в ходе реальных испытаний, люди получают 50% вероятность остаться в живых, если они:
  - ❖ Находятся в железобетонном убежище (подземном) в 8 км от эпицентра взрыва (ЭВ);
  - ❖ Находятся в жилых домах на расстоянии 15 км от ЭВ;
  - ❖ Окажутся на открытой территории на расстоянии более 20 км от ЭВ при плохой видимости (для «чистой» атмосферы минимальное расстояние в этом случае составит 25 км).

С удалением от ЭВ резко возрастает и вероятность остаться в живых у людей, оказавшихся на открытой местности. Так, на удалении в 32 км она составит 90-95%. Радиус в 40-45 км является предельным для первичного воздействия от взрыва.

В случае наземного взрыва водородной бомбы нельзя забывать о выпадении радиоактивных веществ из облака. Защита от них обеспечивается довольно просто: если выпадение радиоактивных веществ произошло в районе, где разрушений не было, нужно остаться в домах (лучше всего в нижних этажах) и ждать указаний. Если радиоактивные осадки застигли человека на открытом месте, рекомендуется найти укрытие в земле — тогда полученная доза радиации уменьшится больше, чем на одну десятую.

- **Огненный шар**

- Ещё одним явным воздействием от взрыва водородной бомбы являются самоподдерживающиеся огненные бури (ураганы), образующиеся вследствие вовлечения в огненный шар колоссальных масс горючего материала. Но, несмотря на это, самым опасным по степени воздействия последствием взрыва окажется радиационное загрязнение окружающей среды на десятки километров вокруг.



- **Радиоактивные осадки**

- Возникший после взрыва огненный шар быстро наполняется радиоактивными частицами в огромных количествах (продукты распада тяжёлых ядер). Размер частиц настолько мал, что они, попадая в верхние слои атмосферы, способны пребывать там очень долго. Всё, до чего дотянулся огненный шар на поверхности земли, моментально превращается в пепел и пыль, а затем втягивается в огненный столб. Вихри пламени перемешивают эти частички с заряженными частицами, образуя опасную смесь радиоактивной пыли, процесс оседания гранул которой растягивается на долгое время.
- Крупная пыль оседает довольно быстро, а вот мелкая разносится воздушными потоками на огромные расстояния, постепенно выпадая из новообразованного облака. В непосредственной близости от ЭВ оседают крупные и наиболее заряженные частицы, в сотнях километров от него всё ещё можно встретить различимые глазом частицы пепла. Именно они образуют смертельно опасный покров, толщиной в несколько сантиметров. Каждый кто окажется рядом с ним, рискует получить серьёзную дозу облучения.

- Более мелкие и неразличимые частицы могут «парить» в атмосфере долгие годы, многократно огибая Землю. К тому моменту, когда выпадут на поверхность, они изрядно теряют радиоактивность. Наиболее опасен стронций-90, имеющий период полураспада 28 лет и генерирующий стабильное излучение на протяжении всего этого времени. Его появление определяется приборами по всему миру. «Приземляясь» на траву и листву, он становится вовлечённым в пищевые цепи. По этой причине у людей, находящихся за тысячи километров от мест испытаний при обследовании обнаруживается стронций-90, накапливаемый в костях. Даже если его содержание крайне невелико, перспектива оказаться «полигоном для хранения радиоактивных отходов» не сулит человеку ничего хорошего, приводя к развитию костных злокачественных новообразований.
- В регионах России (а также других стран), близких к местам пробных запусков водородных бомб, до сих пор наблюдается повышенный радиоактивный фон, что ещё раз доказывает способность этого вида вооружения оставлять значительные последствия.