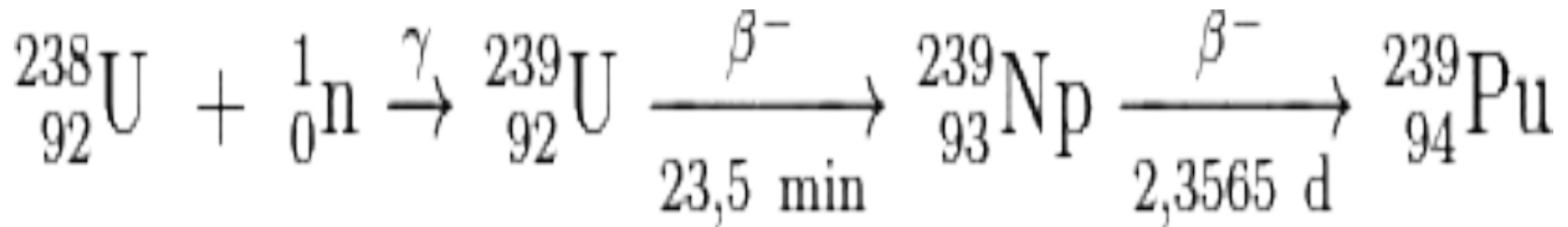


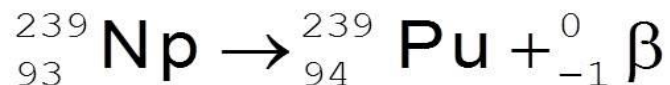
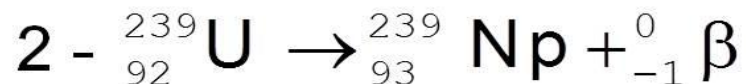
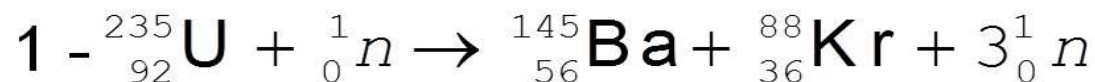
# Деление тяжелых атомных ядер

В 1940 г. был получен первый элемент с атомным номером больше 92 американскими учеными при облучении урана нейтронами. Изотоп урана -238 при поглощении нейтрона превращается в изотоп урана-239, а при  $\beta$ -распаде превращается в новый элемент – нептуний (Np).



Опыты показали, что могут существовать химические элементы и более тяжелые, чем уран, их называли **трансурановыми** (т.е. следующие за ураном). Получение трансурановых элементов сопряжено с большими техническими трудностями, основная из которых, связана с тем, что периоды полураспада этих изотопов резко падают с увеличением порядкового номера.

## Реакции деления урана



$$E = 200 \text{ МэВ};$$

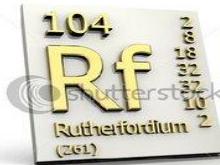
1 г урана ( $E = 2,3 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ )  $\leftrightarrow$  3 т угля

**В 1966 г. получен элемент с порядковым номером 104 – курчатовий.**

Впервые 104-й элемент периодической системы был синтезирован в 1964 году учёными Объединённого института ядерных исследований в Дубне под руководством Г. Н. Флёрва. В 1969 году элемент был получен группой учёных в университете Беркли, Калифорния, которые утверждали, что не смогли повторить эксперименты советских учёных. В 1997 спор между учеными был разрешён, и для 104-го элемента было принято текущее название резерфордий. На начало 2016 года известно 16 изотопов резерфордия с массовыми числами от 253 до 270 и периодом полураспада от долей микросекунд до 1,3 часов.



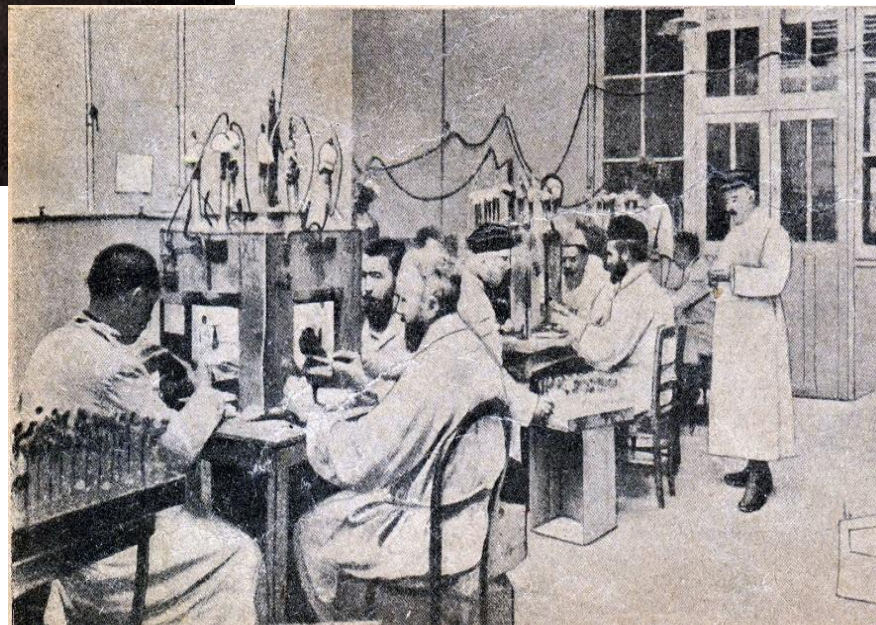
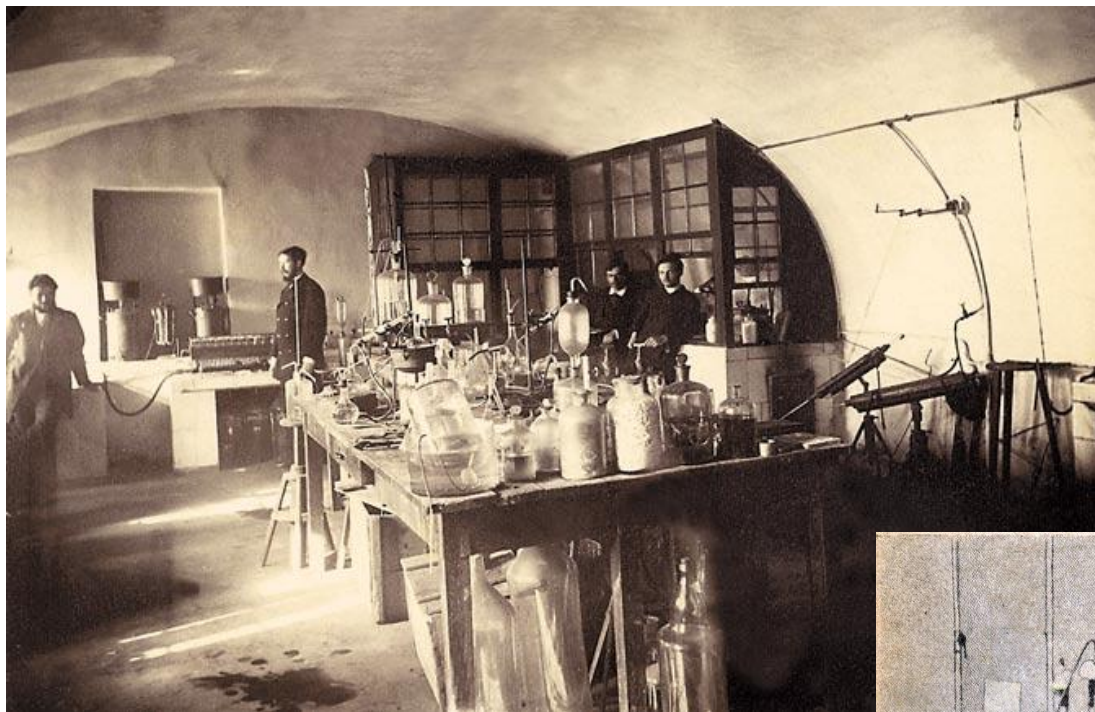
## Резерфордий



**Резерфордий** (лат. *Rutherfordium*, **Rf**, до 1997 года также **Курчатовий**, **Ku**) — химический элемент номер 104 в периодической системе. Резерфордий — высокорadioактивный искусственно синтезированный элемент. Этот элемент не может где-либо использоваться и про него мало что известно, поскольку он никогда не был получен в макроскопических количествах. Резерфордий — первый трансактиноидный элемент, его предсказанные химические свойства близки к гафнию.



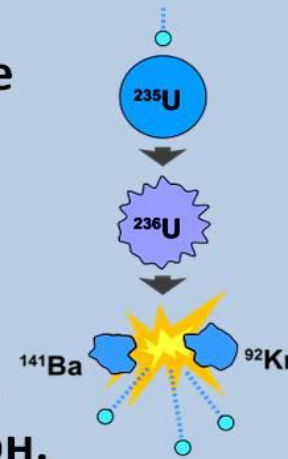
В 30-х годах 20 века во многих лабораториях проводились опыты по облучению природного урана нейтронами.



В 1938 г. немецкие ученые при химическом анализе чистого урана, облученного нейтронами, обнаружили барий и лантан. Датские физики объяснили это распадом ядер урана на две примерно равные части. Это явление назвали **делением ядер**, а образующиеся ядра – **осколками деления** (чаще всего один осколок больше другого в 1,5 раза).

## Открытие деления ядер уран

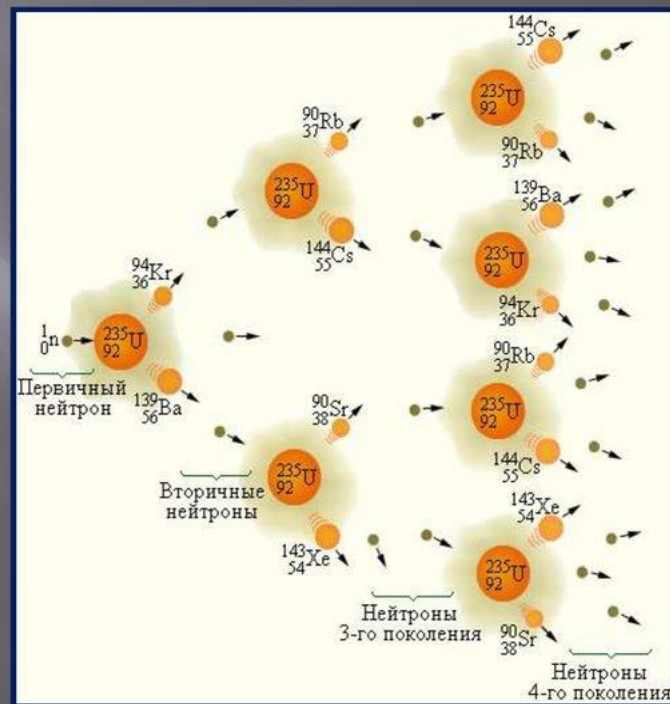
- В **1938 г.** О.Ган и Ф.Штрассман открыли, что при бомбардировке урана нейтронами образуются другие элементы.
- В **1939 г.** О.Фриш и Л.Мейтнер дали правильное истолкование этого факта, именно как деление ядра урана, захватившего нейтрон.



Так как в тяжелых атомных ядрах процентное содержание нейтронов значительно больше, чем в ядрах средней части таблицы Менделеева, осколки деления оказываются сильно перегруженными нейтронами. Поэтому при делении тяжелых ядер освобождаются нейтроны.

### Деление ядер урана

При делении ядра урана-235, освобождается 2 или 3 нейтрона. При благоприятных условиях эти нейтроны могут попасть в другие ядра урана и вызвать их деление. На этом этапе появятся уже от 4 до 9 нейтронов, способных вызвать новые распады ядер урана и т. д. Такой лавинообразный процесс называется цепной ядерной реакцией.





## Можно ли управлять цепной ядерной реакцией?

Скорость цепной ядерной реакции характеризуется коэффициентом размножения нейтронов – отношением числа нейтронов одного поколения к числу нейтронов предыдущего поколения

$$K = \frac{N_k}{N_{k-1}}$$

$N_k$  - число нейтронов одного поколения  
 $N_{k-1}$  - число нейтронов предыдущего поколения

*Если  $k < 1$ , реакция быстро затухает,  
Если  $k = 1$ , то реакция протекает с постоянной  
интенсивностью (управляемая в ядерных  
реакторах),  
Если  $k > 1$ , то реакция развивается лавинно  
(неуправляемая) и приводит к ядерному взрыву*

**К** можно изменять, вводя в активную зону стержни из бора или кадмия, которые активно поглощают нейтроны.



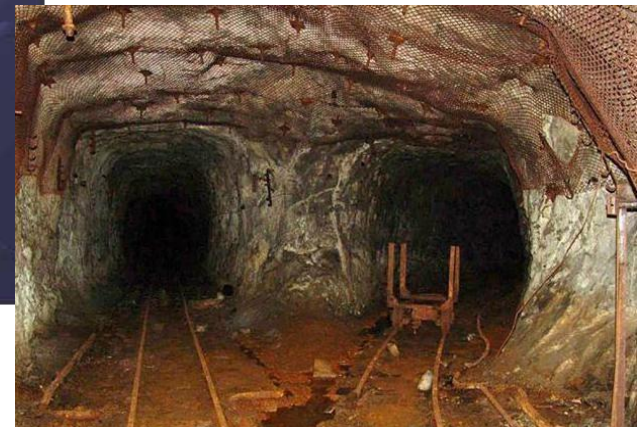
Цепная реакция может осуществляться на изотопах уран – 235, 233, плутоний – 239 – **ядерное горючее (расщепляющиеся материалы)**. Уран – 235 имеется в природе, все остальные получают искусственным путем.

## УРАН.



Уран — очень тяжёлый, серебристо-белый глянцевый металл. В чистом виде он немного мягче стали, ковкий, гибкий, обладает небольшими парамагнитными свойствами.

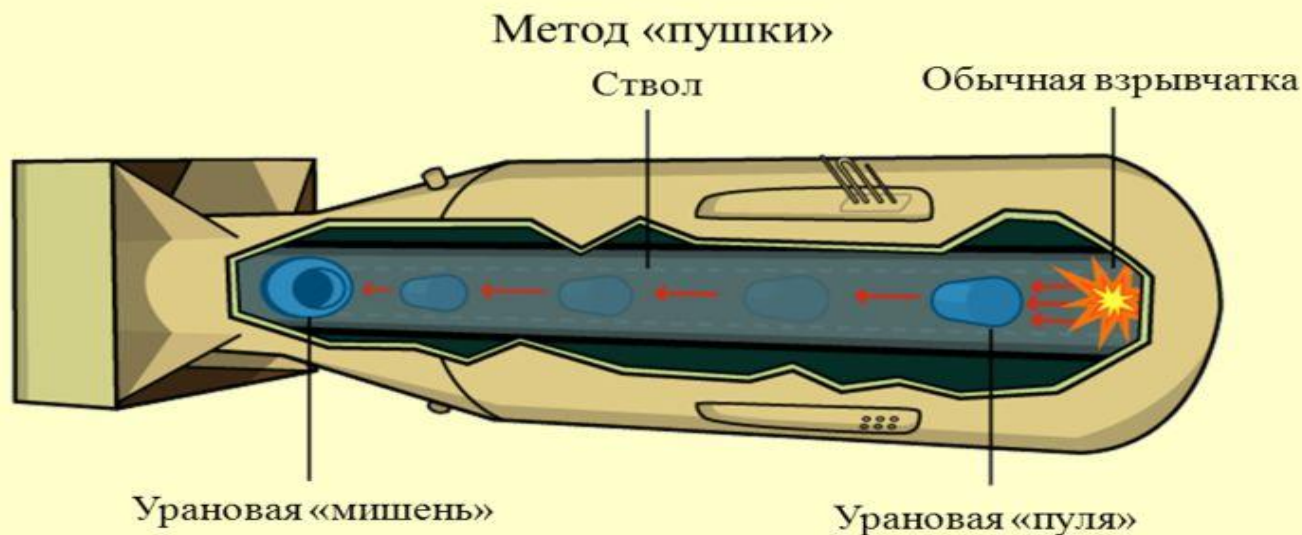
Наибольшее применение имеет изотоп урана  $^{235}\text{U}$ , в котором возможна самоподдерживающаяся цепная ядерная реакция. Поэтому этот изотоп используется как топливо в ядерных реакторах, а также в ядерном оружии. Выделение изотопа  $^{235}\text{U}$  из природного урана — сложная технологическая проблема.



Для каждого типа ядерного горючего существует **критическая масса**, при которой поддерживается цепная реакция деления (если масса меньше, то большое число нейтронов вылетает в окружающую среду), а превышение критической массы ведет к взрыву.

## Принцип неуправляемой ядерной реакции. Бомба

Единственная физическая необходимость – получение критической массы для  $k > 1.01$ . Разработки систем управления не требуется – дешевле, чем АЭС.



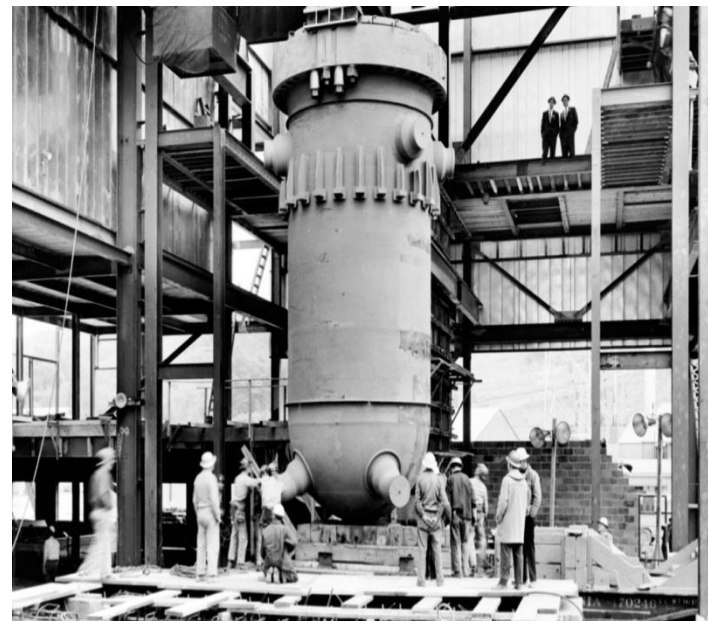
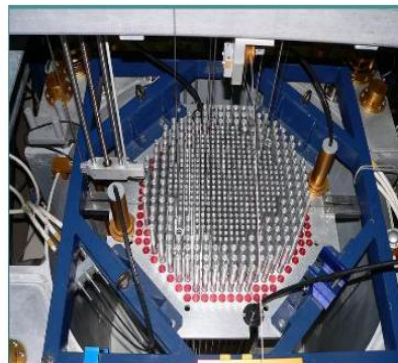
Два слитка урана докритических масс при объединении превышают критическую. Степень обогащения  $^{235}\text{U}$  – не менее 80%.

Такого типа бомба «малыш» были сброшены на Хиросиму 06/08/45. Shared (78-240 тыс. убитых, 140 тыс. умерло в течении 6 мес.)



Чтобы цепная реакция деления поддерживалась на неизменном уровне, необходимо иметь возможность регулировать ее. Это было осуществлено в 1942 г. в США и в 1946 г. Курчатовым в СССР. Установка в которой осуществляется управляемая цепная ядерная реакция называется – **ядерным реактором**.

*Первый ядерный реактор построен в декабре 1942 года в США под руководством Э. Ферми, названный «Чикагской поленницей» (Chicago Pile-1, CP-1).*





## Первый советский ядерный реактор



Одна из пяти уран-графитовых сфер первого советского ядерного реактора (Ф-1)

**В среду 25 декабря 1946 г. в 19 часов в Москве под руководством Игоря Васильевича Курчатова запущен первый советский ядерный реактор.**



**Игорь Васильевич Курчатов** (21.01.1903 — 7.02.1960) — советский физик. Трижды Герой Социалистического Труда. Академик АН СССР, доктор физико-математических наук, профессор. Основатель и первый директор Института атомной энергии (1943—1960). Главный научный руководитель атомной проблемы в СССР, один из основоположников использования ядерной энергии в мирных целях. Лауреат Ленинской премии и четырёх Сталинских премий. Почётный гражданин СССР.

Игорь Васильевич Курчатов – советский физик, «отец» советской атомной бомбы.



# Первая в мире АЭС (1954)

В 1951 году руководство страны поручило известному ученому Игорю Васильевичу Курчатову создать в Обнинске первую в мире атомную электростанцию, которая стала бы примером мирного применения атомной энергии.

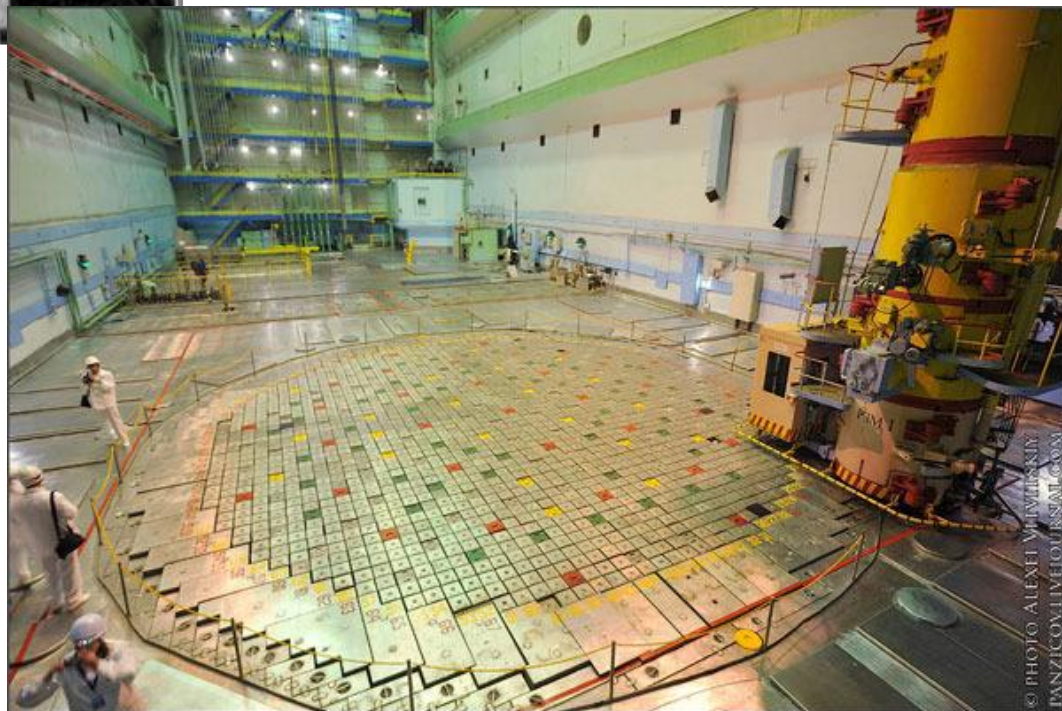
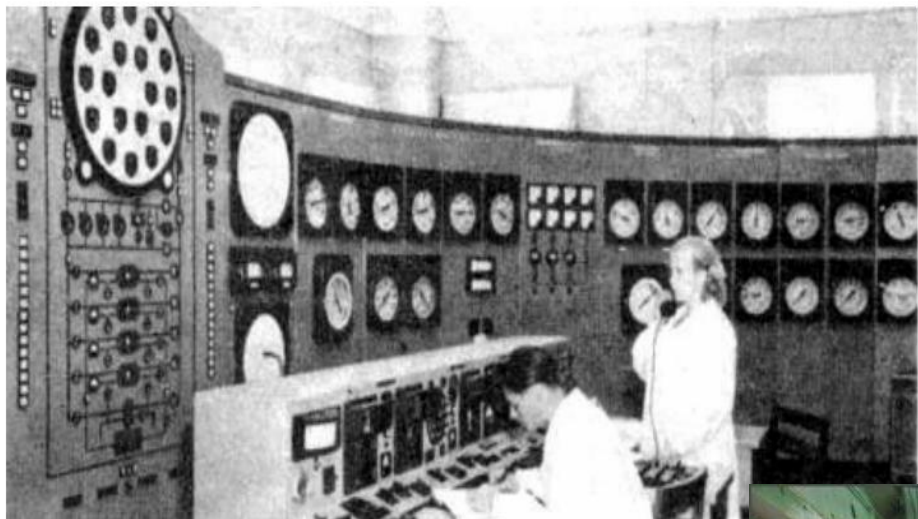
Работы заняли три года, и Обнинская АЭС с графито-урановым реактором АМ-1 («Атом Мирный») мощностью в 5 мегаватт 27 июня 1954 года дала промышленный ток. Правда, мощность первой в мире АЭС была в 200 раз меньше, чем у современных станций, а вырабатываемой энергии хватало лишь на то, чтобы осветить 10 тысяч квартир.

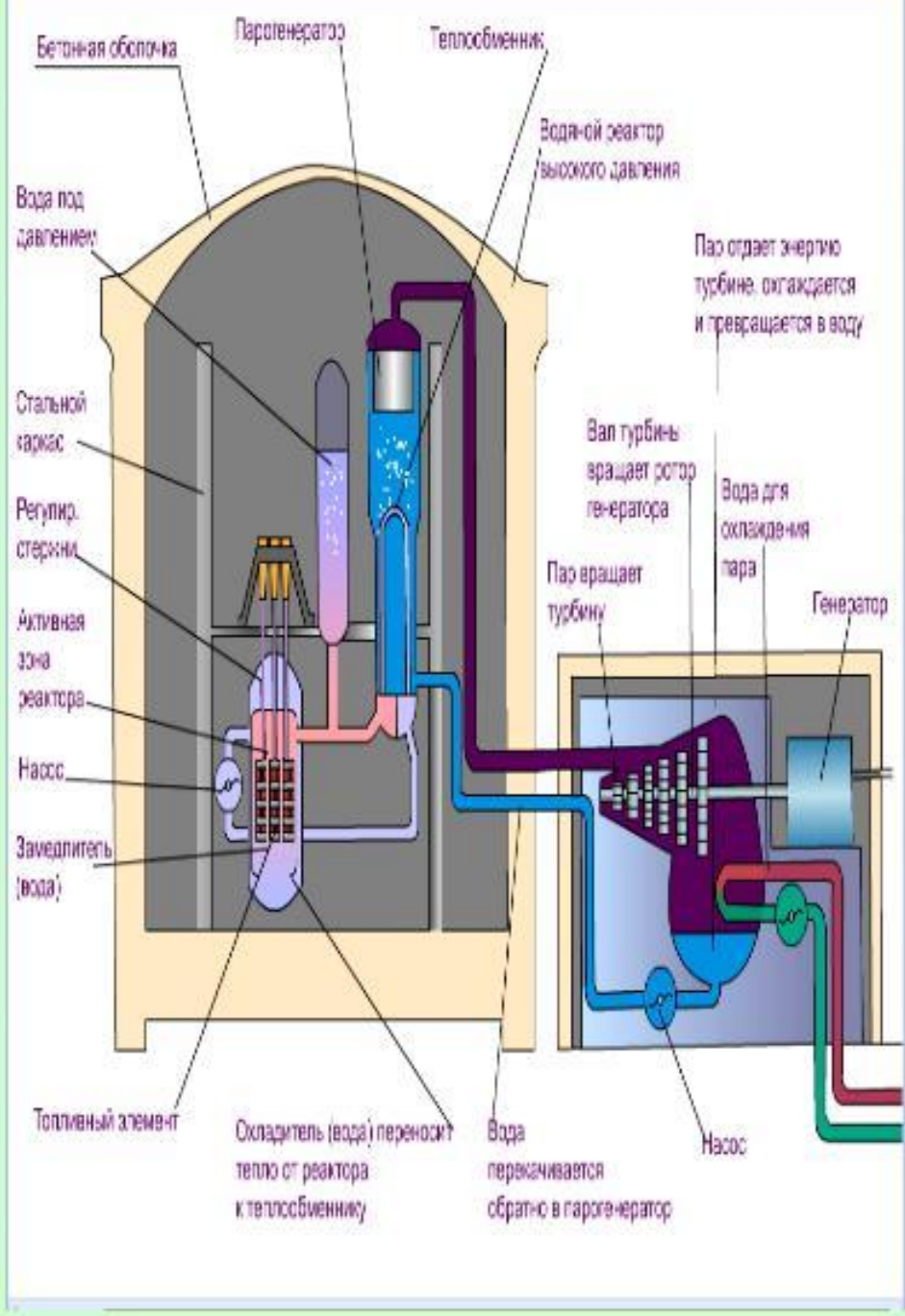


Реакторный зал Первой АЭС



Первая в мире атомная электростанция мощностью 5 МВт была запущена 27 июня 1954 года в СССР, в городе Обнинск, расположенном в Калужской области.





# Устройство

## АЭС

- ◆ Основным элементом АЭС является ядерный реактор, преобразующий тепловую ядерную энергию в электрическую.
- ◆ В результате деления ядер в реакторе выделяется тепловая энергия.
- ◆ Тепловая энергия вращает паровую турбину.
- ◆ Паровая турбина вращает ротор генератора вырабатывающего электрический ток