



Ядерная энергетика

Школа № 469

Ковалев Егор

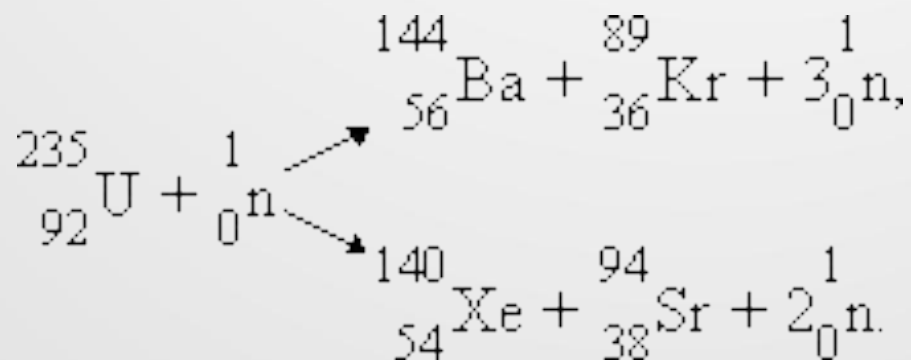


Деление тяжелых ядер.

- В отличие от радиоактивного распада ядер, сопровождающегося испусканием α - или β -частиц, реакции деления – это процесс, при котором нестабильное ядро делится на два крупных фрагмента сравнимых масс.
- В 1939 году немецкими учеными О. Ганом и Ф. Штрассманом было открыто деление ядер урана. Продолжая исследования, начатые Ферми, они установили, что при бомбардировке урана нейтронами возникают элементы средней части периодической системы – радиоактивные изотопы бария ($Z = 56$), криптона ($Z = 36$) и др.
- Уран встречается в природе в виде двух изотопов: урана-238 и урана-235 (99,3 %) и (0,7 %). При бомбардировке нейтронами ядра обоих изотопов могут расщепляться на два осколка. При этом реакция деления урана-235 наиболее интенсивно идет на медленных (тепловых) нейтронах, в то время как ядра урана-238 вступают в реакцию деления только с быстрыми нейтронами с энергией порядка 1 МэВ.

Цепная реакция

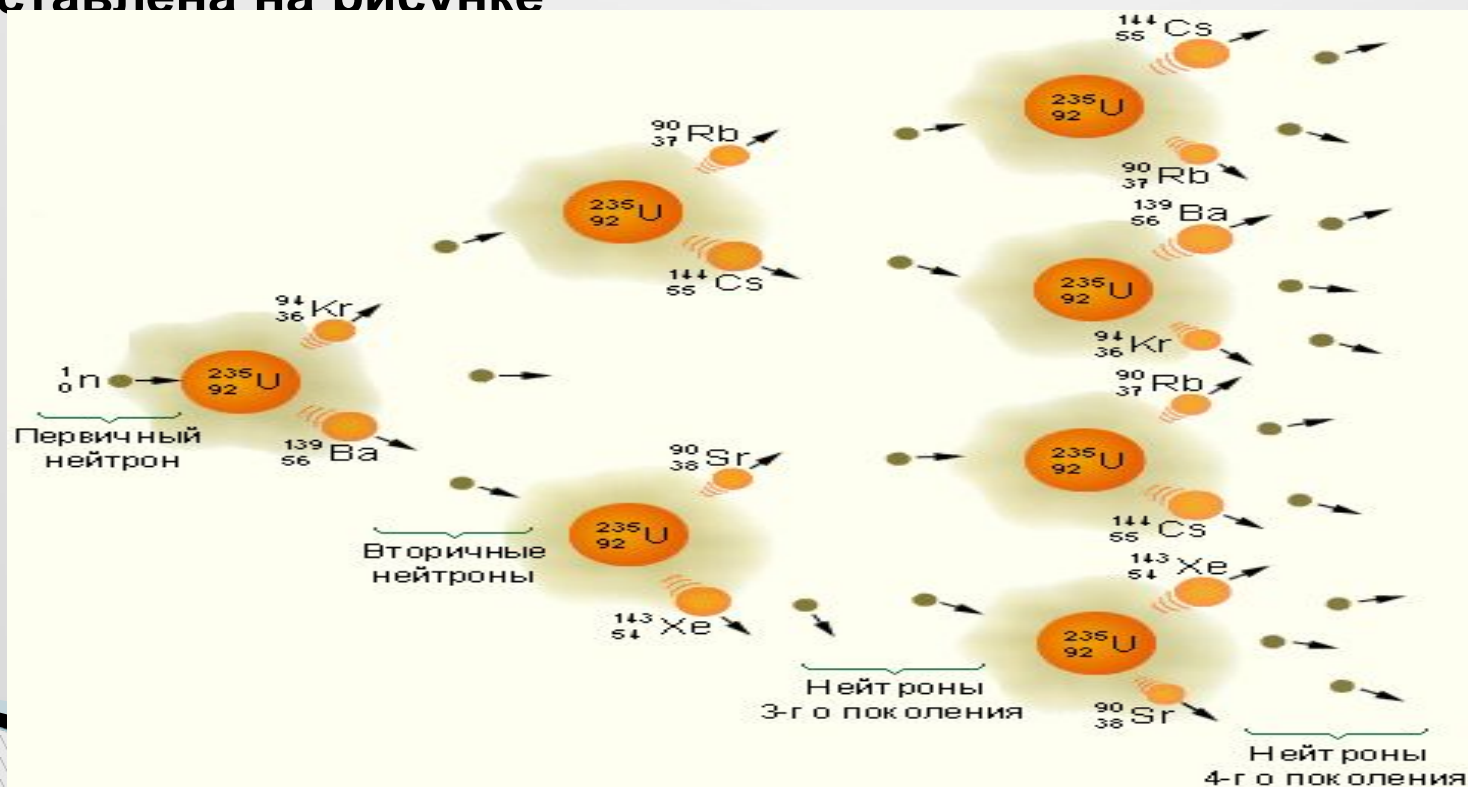
- Основной интерес для ядерной энергетики представляет реакция деления ядра урана-235.
- В настоящее время известны около 100 различных изотопов с массовыми числами примерно от 90 до 145, возникающих при делении этого ядра. Две типичные реакции деления этого ядра имеют вид:



- Обратите внимание, что в результате деления ядра, инициированного нейтроном, возникают новые нейтроны, способные вызвать реакции деления других ядер. Продуктами деления ядер урана-235 могут быть и другие изотопы бария, ксенона, стронция, рубидия и т. д.

При делении ядра урана-235, которое вызвано столкновением с нейтроном, 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 реакцией*

- Схема развития цепной реакции деления ядер урана представлена на рисунке



Коэффициент размножения

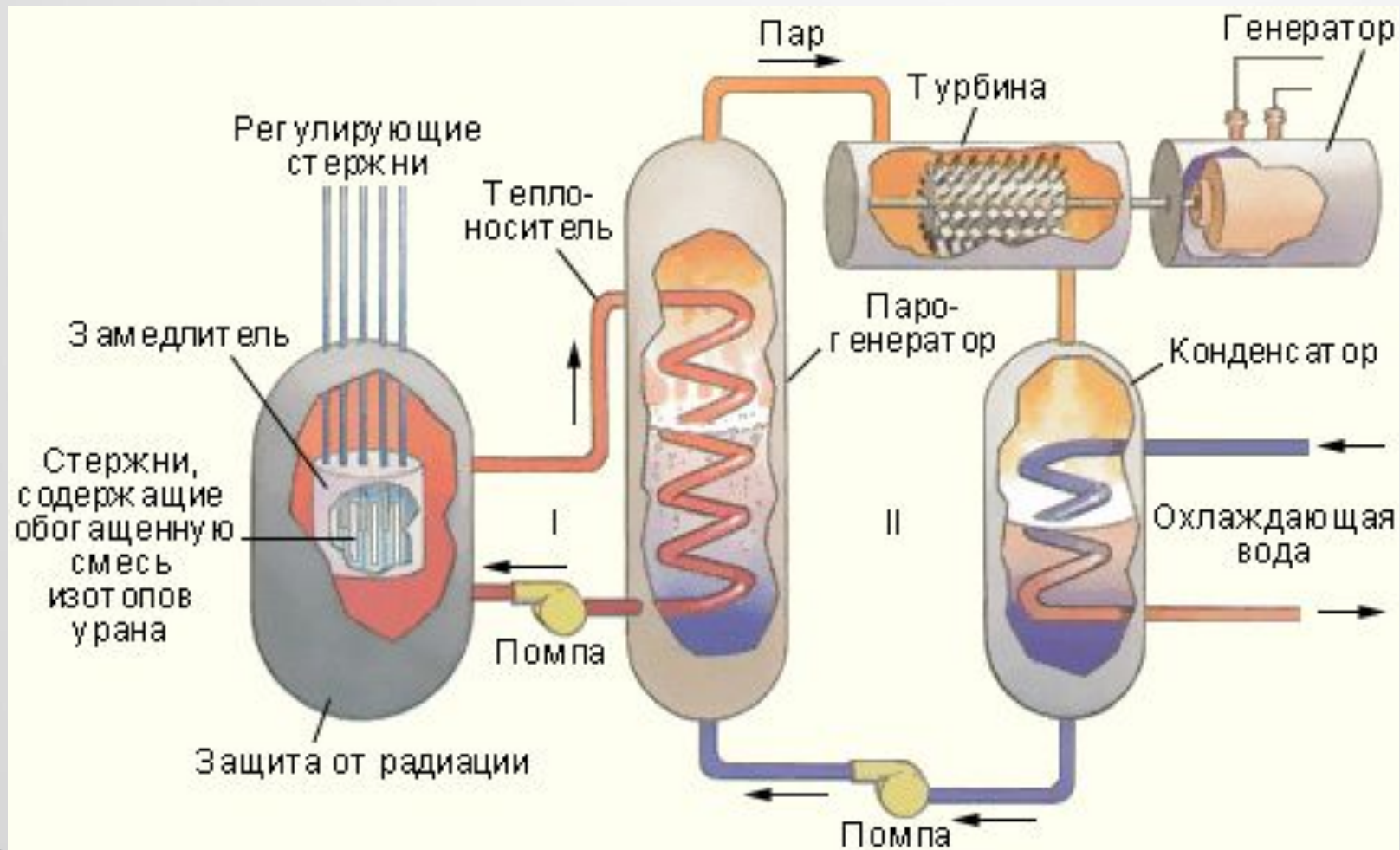
- Для осуществления цепной реакции необходимо, чтобы так называемый **коэффициент размножения нейтронов** был больше единицы. Другими словами, в каждом последующем поколении нейтронов должно быть больше, чем в предыдущем.
- Коэффициент размножения определяется не только числом нейтронов, образующихся в каждом элементарном акте, но и условиями, в которых протекает реакция – часть нейтронов может поглощаться другими ядрами или выходить из зоны реакции. Нейтроны, освободившиеся при делении ядер урана-235, способны вызвать деление лишь ядер этого же урана, на долю которого в природном уране приходится всего лишь 0,7 %.

Критическая масса

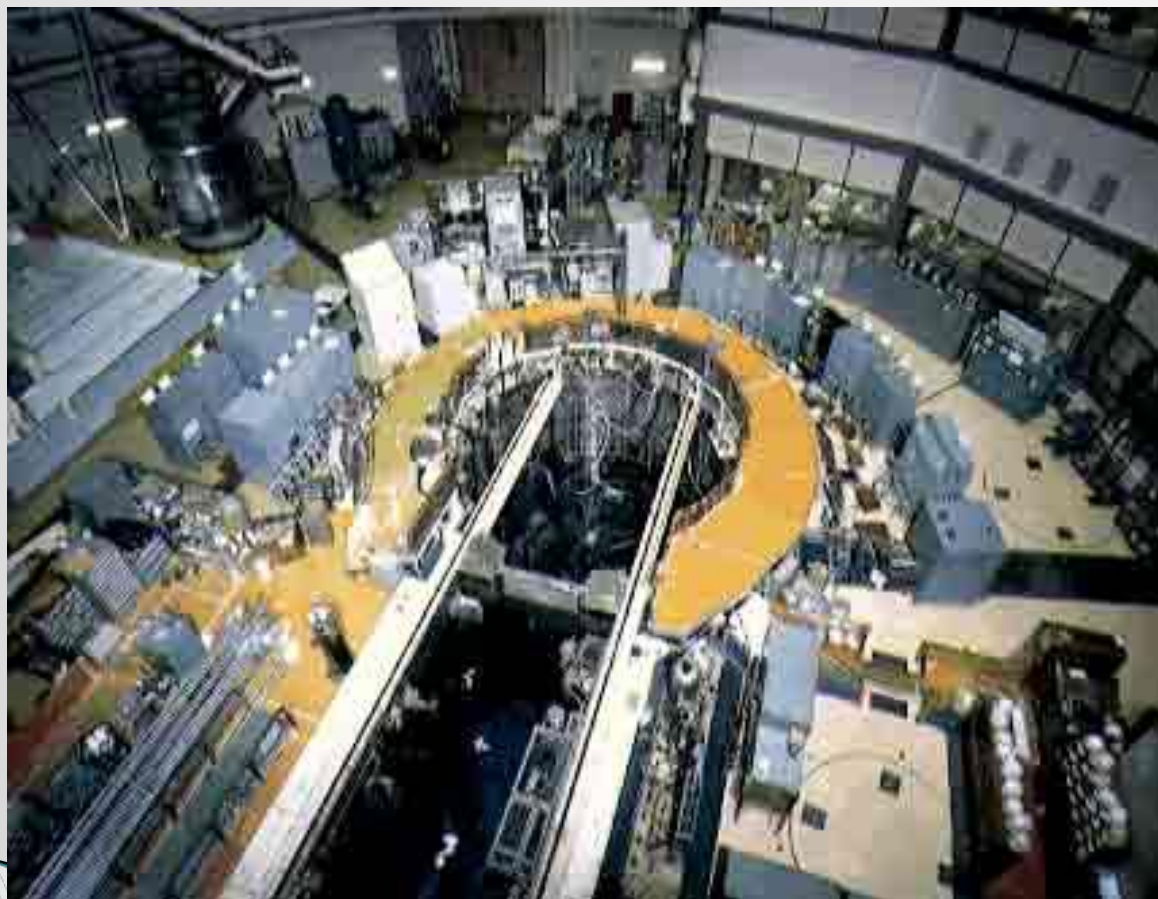
- Наименьшая масса урана, при которой возможно протекание цепной реакции, называется **критической массой**.
- Способы уменьшения потери нейтронов:
- Использование отражающей оболочки (из бериллия),
- Уменьшение количества примесей,
- Применение замедлителя нейтронов (графит, тяжелая вода),

Для урана-235 - $M_{кр} = 50 \text{ кг}$ ($r=9 \text{ см}$).

Схема ядерного реактора



В активной зоне ядерного реактора идет управляемая ядерная реакция с выделением большого количество энергии.

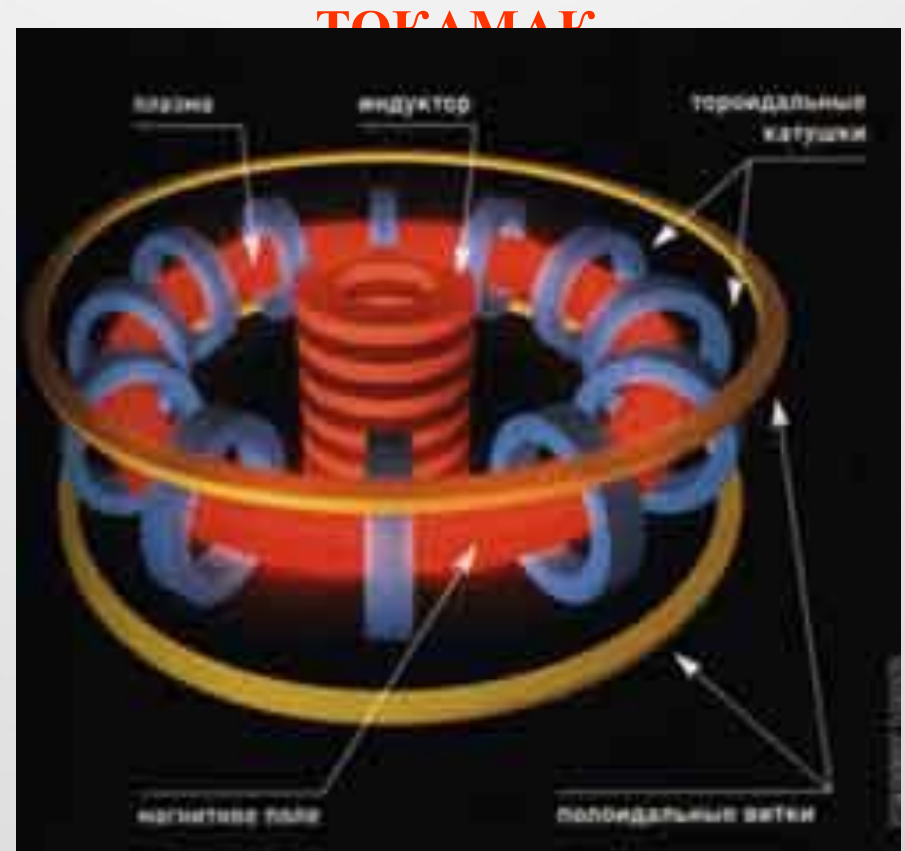


Первый ядерный реактор был построен в 1942 году в США под руководством **Э. Ферми.**

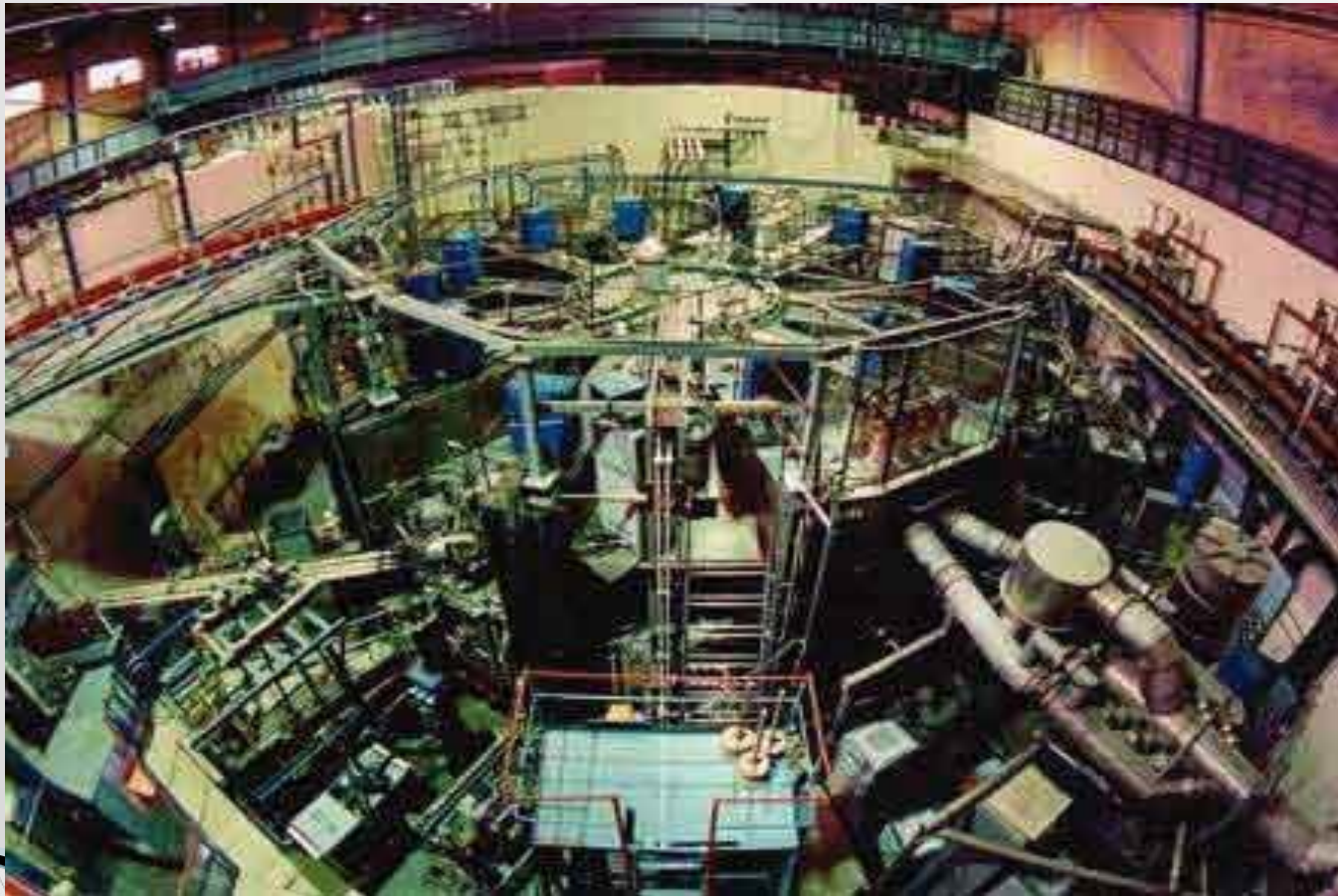
В нашей стране первый реактор был построен в 1946 году под руководством **И. В. Курчатова**

Энергетический кризис

- стал реальной угрозой для человечества. В связи с этим ученые предложили добывать изотоп **тяжелого водорода - дейтерий** - из морской воды и подвергать реакции **ядерного расплава** при температурах около 100 миллионов градусов Цельсия. При ядерном расплаве дейтерий, полученный из одного килограмма морской воды будет способен произвести столько же энергии, сколько выделяется при сжигании **300 литров бензина**



Наиболее мощный современный ТОКАМАК, служащий только лишь для исследовательских целей , находится в городе Абингдон недалеко от Оксфорда. Высотой в 10 метров, он вырабатывает плазму и сохраняет ей жизнь пока всего лишь около 1 секунды.



ТОКАМАК (ТОроидальная КАмера с МАгнитными Катушками)

- это электрофизическое устройство, основное назначение которого – **формирование плазмы**.
- Плазма удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать её температуру, а **специально создаваемым магнитным полем**, что возможно при температурах около 100 млн. градусов, и сохранение её достаточно долгое время в заданном объеме. Возможность получения плазмы при сверхвысоких температурах позволяет осуществить **термоядерную реакцию синтеза ядер гелия** из исходного сырья, изотопов **водорода** (дейтерия и трития)

«Глобус»



- Сферический токамак Глобус-М – новая крупная физическая установка, сооруженная в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской Академии наук в 1999 г.

Спасибо за внимание!

