

Ядерный реактор



Ядерным (или атомным) реактором называется устройство, в котором осуществляется управляемая реакция деления ядер.

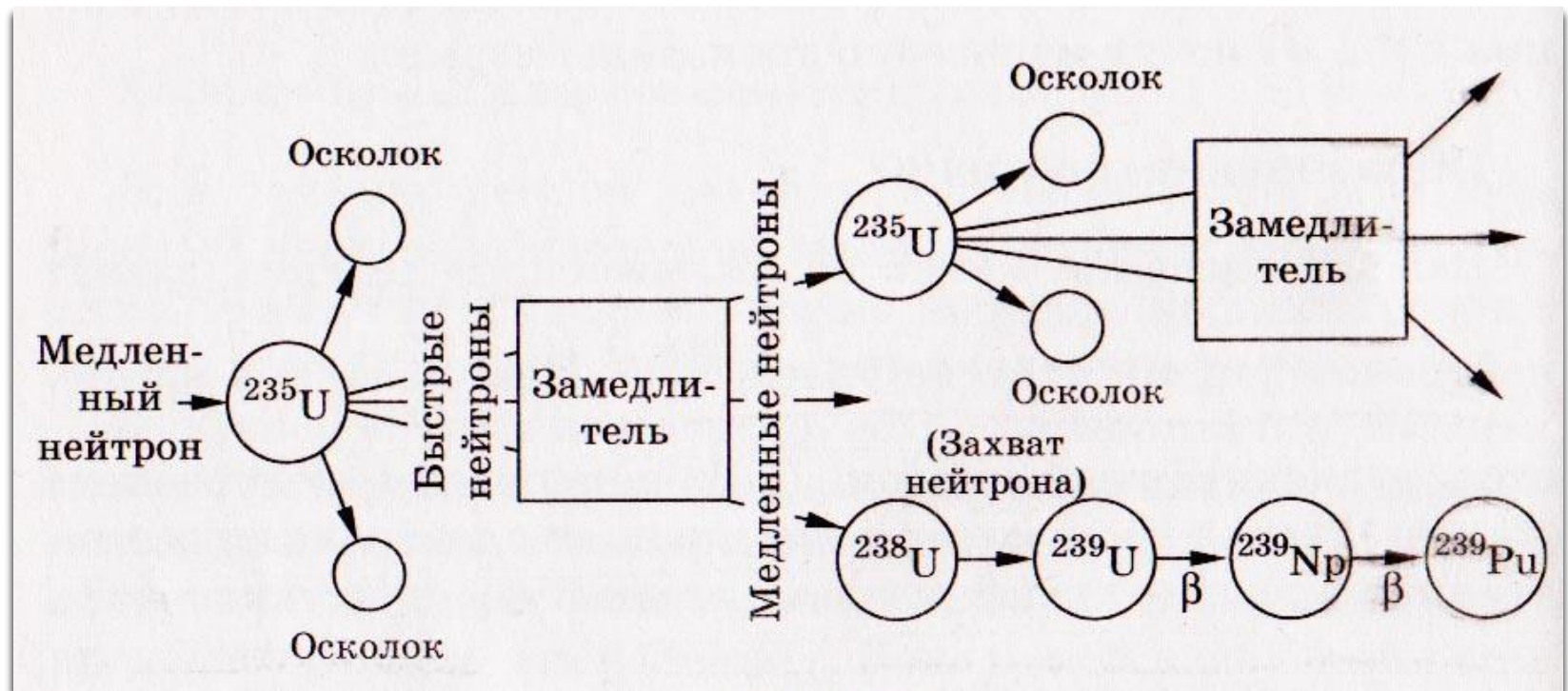
Ядра урана (особенно изотопа ${}_{92}^{235}\text{U}$) наиболее эффективно захватывают медленные нейтроны.

Вероятность захвата медленных нейтронов с последующим делением ядер в сотни раз больше, чем быстрых.



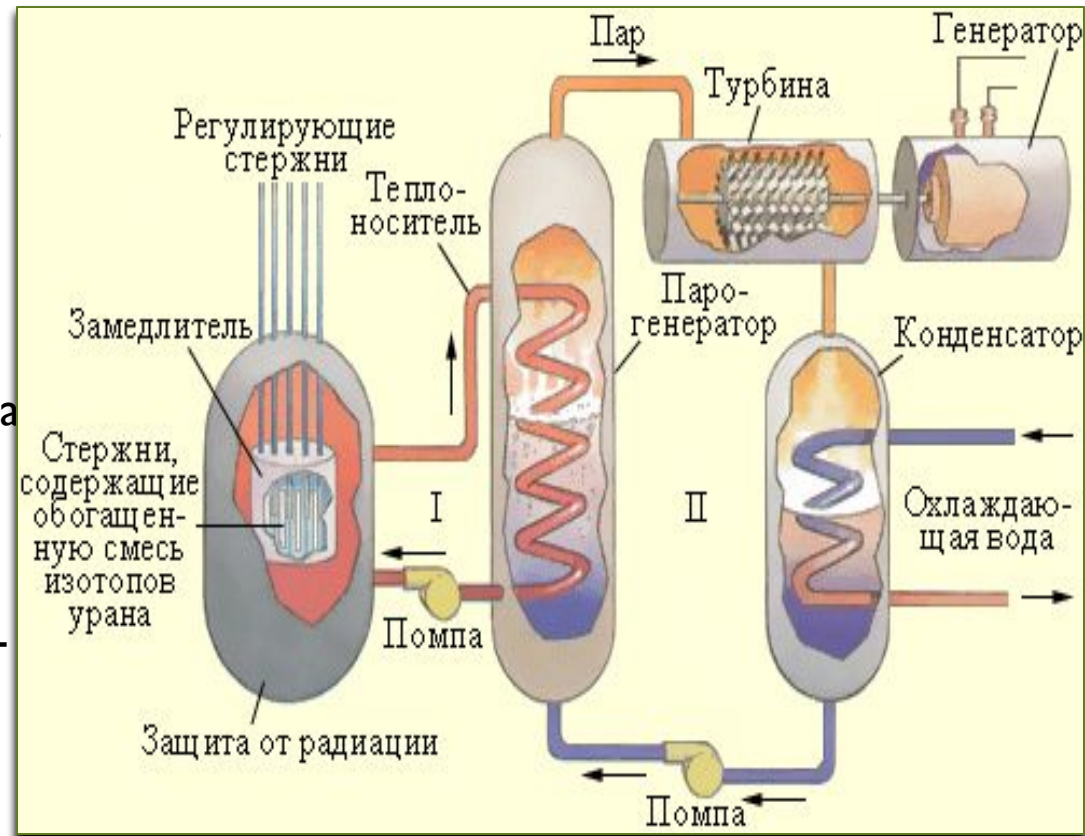
В ядерных реакторах, работающих на естественном уране, используются замедлители нейтронов для повышения коэффициента размножения нейтронов.

Схема процессов в ядерном реакторе:



Основные элементы ядерного реактора:

- 1) ядерное горючее (${}^{235}_{92}\text{U}$, ${}^{239}_{94}\text{Pu}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$ и др.);
- 2) замедлитель нейтронов (тяжелая или обычная вода, графит и др.);
- 3) теплоноситель для вывода энергии, образующейся при работе реактора (вода, жидкий натрий и др.);
- 4) Устройство для регулирования скорости реакции (вводимые в рабочее



пространство реактора стержни, содержащие кадмий или бор – вещества, которые хорошо поглощают нейтроны).

Снаружи реактор окружают защитной оболочкой, задерживающей γ -излучение и нейтроны. Оболочку выполняют из бетона с железным наполнителем.

Критическая масса.

Критическая масса – наименьшая масса делящегося вещества, при которой может протекать цепная ядерная реакция.

- При малых размерах велика утечка нейтронов через поверхность активной зоны реактора (объем, в которой располагаются стержни с ураном).
- С увеличением размеров системы число ядер, участвующих в делении, растет пропорционально объему, а число нейтронов, теряемых вследствие утечки, увеличивается пропорционально площади поверхности.



Увеличивая систему, можно достичь значений коэффициента размножения $k=1$. Система будет иметь критические размеры, если число нейтронов, потерянных вследствие захвата и утечки, равно числу нейтронов, полученных в процессе деления.

Критические размеры (критическая масса) определяются:

- 1) типом ядерного горючего;
- 2) замедлителем;
- 3) конструктивными особенностями реактора.


- Управление реактором осуществляется при помощи стержней, содержащих кадмий или бор.

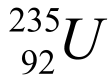
При выдвинутых из активной зоны реактора стержнях $k > 1$.

При полностью вдвинутых стержнях $k < 1$.

Вдвигая стержни внутрь активной зоны, можно в любой момент времени приостановить развитие цепной реакции.

Реакторы на быстрых нейтронах:

- Построены реакторы, работающие без замедлителя на быстрых нейтронах.
- Вероятность деления, вызванного быстрыми нейтронами мала такие реакторы не могут работать на естественном уране. Реакцию  но поддерживать лишь в обогащенной смеси, содержащей не менее 15% изотопа



- **Преимущество:** при их работе образуется значительное количество плутония, который затем можно использовать в качестве ядерного топлива.
- Эти реакторы называют **реакторами - размножителями**, так как они воспроизводят делящийся материал.

Первые ядерные реакторы

Впервые цепная ядерная реакция урана была осуществлена в США коллективом ученых под руководством Энрико Ферми в декабре 1942г.



Игорь Васильевич
Курчатов
(1903-1960)



Энрико Ферми
(1901-1954)

В нашей стране первый ядерный реактор был запущен 25 декабря 1946 г. коллективом физиков, который возглавлял ученый Игорь Васильевич Курчатов (1903-1960).