

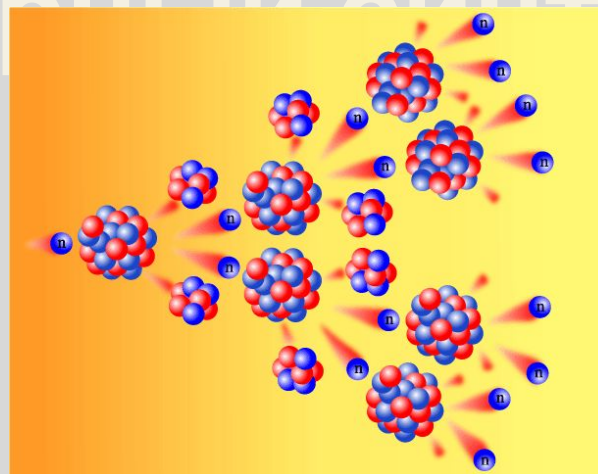
# Тема

## Деление урана Атомный реактор «+» и «-» атомной энергетики

Термоядерный синтез

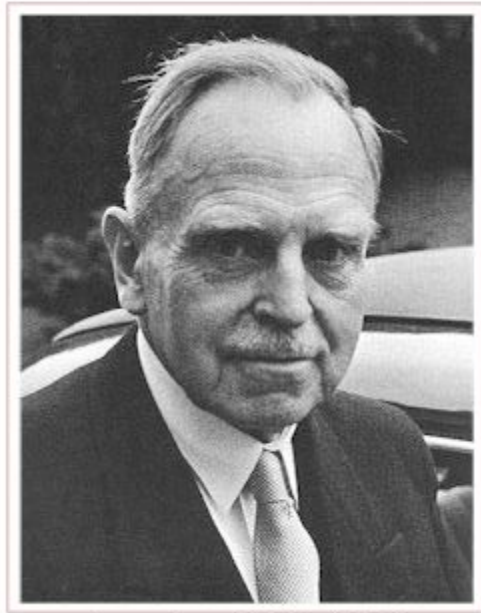
[Презентации по ядерной физике](http://prezentacija.biz/prezentacii-po-fizike/)

<http://prezentacija.biz/prezentacii-po-fizike/>

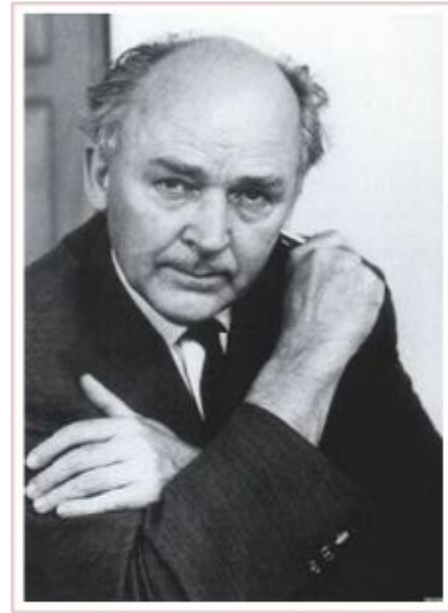


# Деление урана

В 1939 г. немецкие ученые Отто Ган и Фриц Штрассман сделали открытие, последствия которого коренным образом изменили жизнь человечества. Был создан и новый источник энергии — ядерная энергетика, и самое страшное оружие — ядерное оружие. Этим открытием было деление ядер урана при их бомбардировке нейтронами.



Отто Ган (1879–1968)



Фриц Штрассман (1902–1980)

**Отто**

**Фриц**

**Ган**

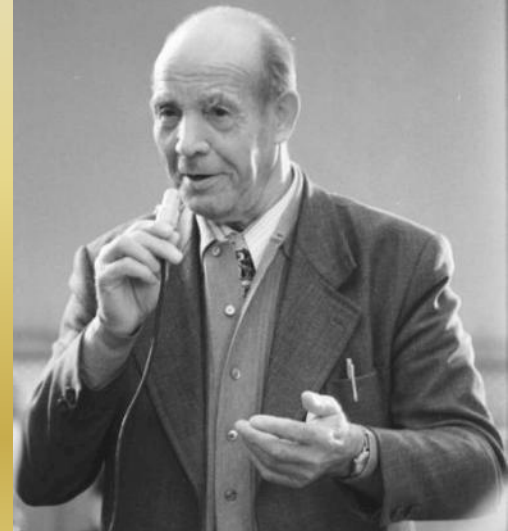
**Штрассман**

**Открытие деления ядер урана  
под действием нейтронов.**



Георгий  
Николаевич  
**Флеров**  
1913–1990

- Ядро урана может делиться спонтанно (самопроизвольно).  
Открыто советскими физиками Г. Н. Флеровым и К. А. Петржаком в 1940 г. Период полураспада =  $10^{16}$  лет.



Константин  
Антонович  
**Петржак**  
1907 - 1998

## Открытие спонтанного деление ядер урана

# Почему возможно деление атомных ядер?

Масса покоя тяжелого ядра больше суммы масс покоя осколков, возникающих при делении.



Выделение энергии, эквивалентной уменьшению массы покоя, сопровождающему деление.

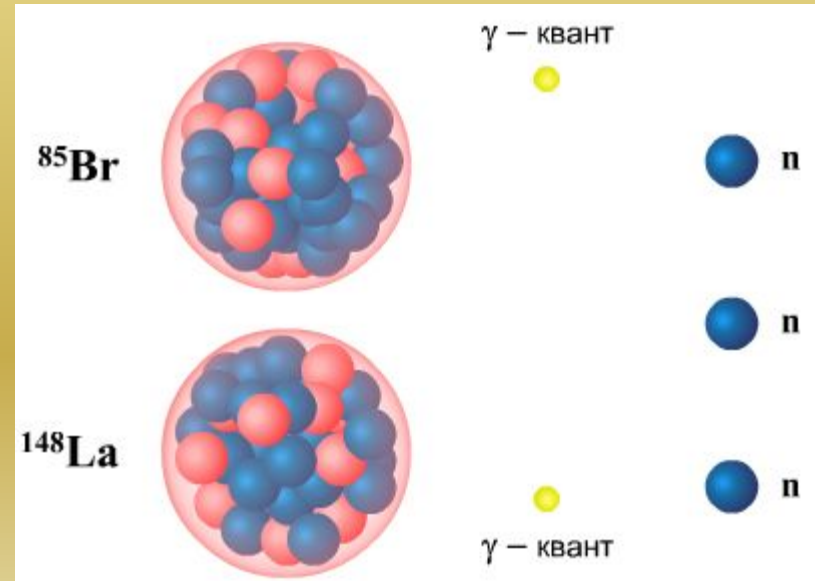
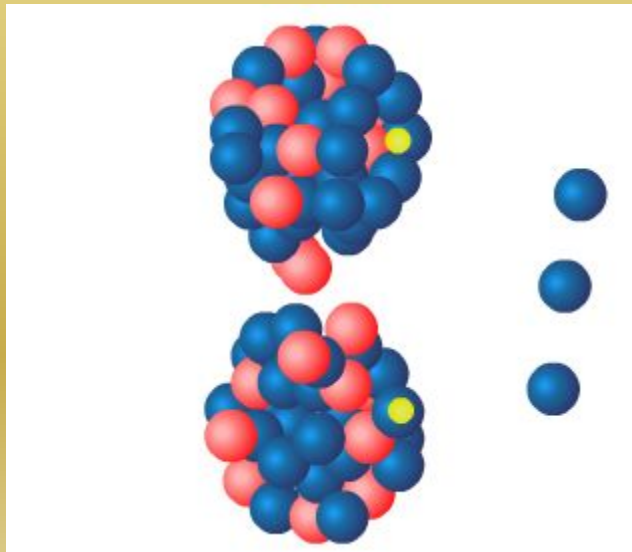
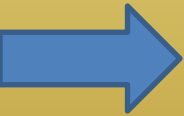
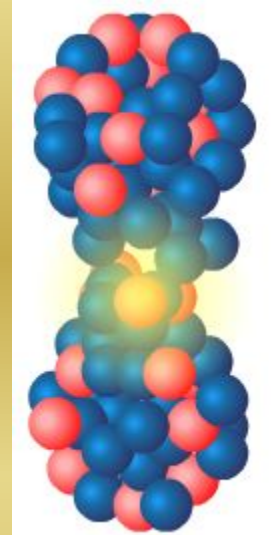
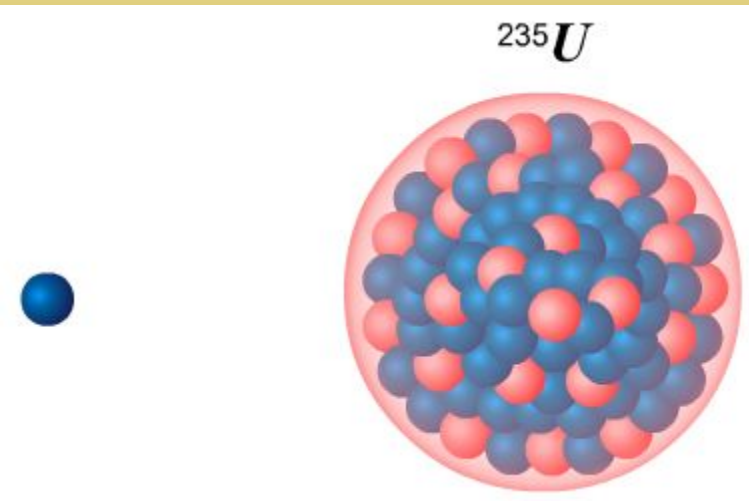


Полная масса сохраняется, так как масса движущихся с большой скоростью осколков превышает их массу покоя.



**Возможно деление ядра.**

# Капельная модель деления урана



# Механизм деления ядра.

## капельная модель ядра:

- Ядро (простейшая модель) представляется в виде сферы с электрическим зарядом, равномерно распределенным по всему объему.
- Когда ядро  $^{235}\text{U}$  поглощает нейтрон, приобретенная энергия идет на



либо на возбуждение нуклонов сферического ядра



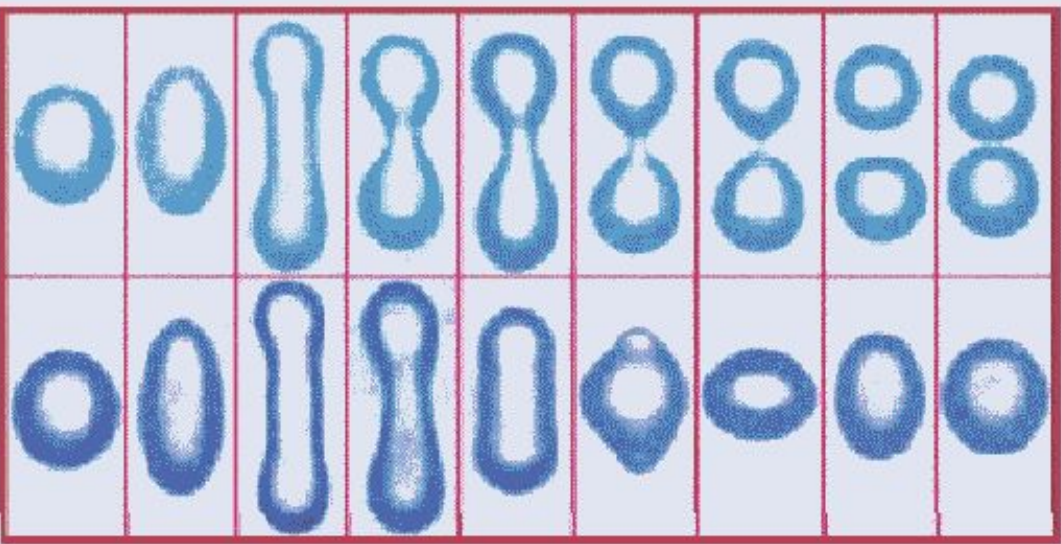
либо на его деформацию (нуклоны не возбуждены).



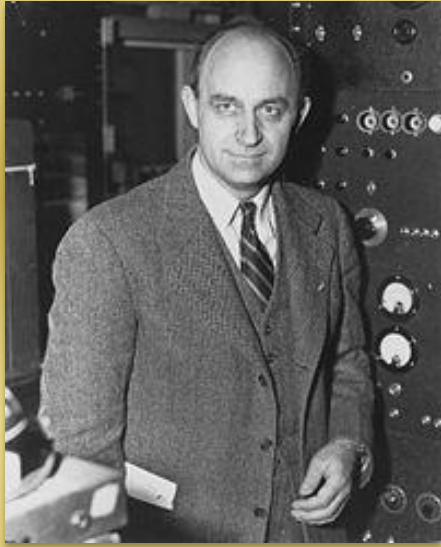
Ядро удлиняется до седловидной точки (сила отталкивания между зарядами а концах вытянутого ядра становится больше чем притягивающая ядерная сила).



Ядро делится на два осколка.



# Деление урана



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

Открыто в 1938 г. немецкими учеными  
О. Ганом и Ф. Штрассманом.



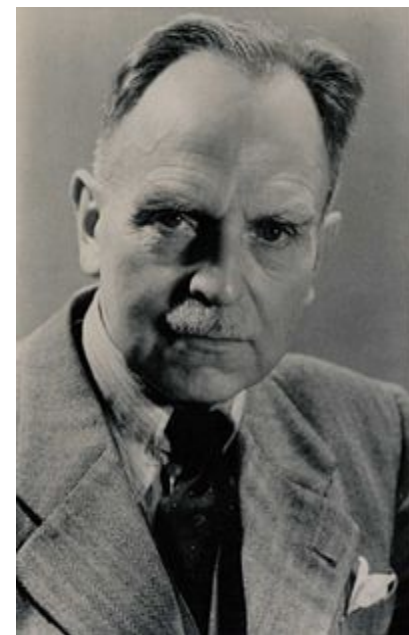
Лиза Мейтнер  
1878-1968



Отто Роберт  
Фриш  
1904-1979



Фриц  
Штрассман  
1902-1980



Отто Ган  
(1879-1968)

Истолкование было дано в начале 1939 г.  
английским физиком О. Фришем  
совместно с австрийским физиком  
Л. Мейтнер.



- Удельная энергия связи ядер атомов, занимающих в периодической системе последние места ( $A$  около 200), примерно на 1 МэВ/нуклон меньше удельной энергии связи в ядрах элементов, находящихся в середине периодической системы ( $A$  около 100).
- Система после деления переходит в состояние с минимальной внутренней энергией, так как чем больше энергия связи ядра, тем большая энергия должна выделяться при образовании ядра и тем меньше внутренняя энергия образовавшейся вновь системы.



Процесс деления тяжелых ядер на ядра элементов средней части периодической системы является «энергетически выгодным».

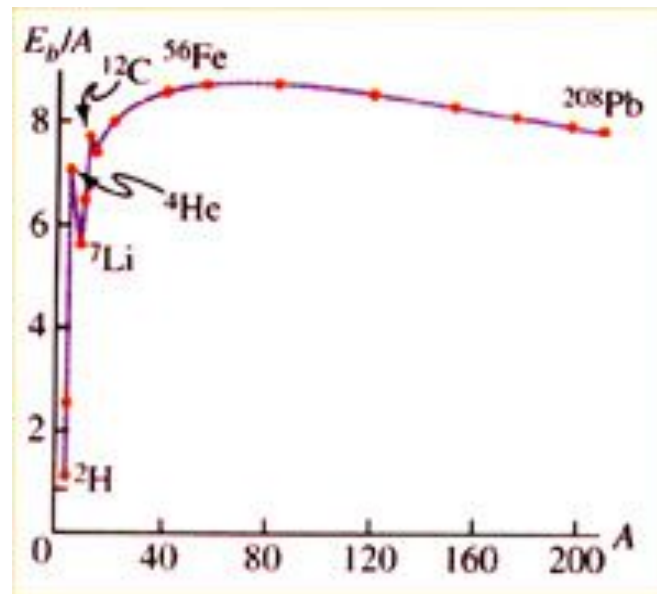
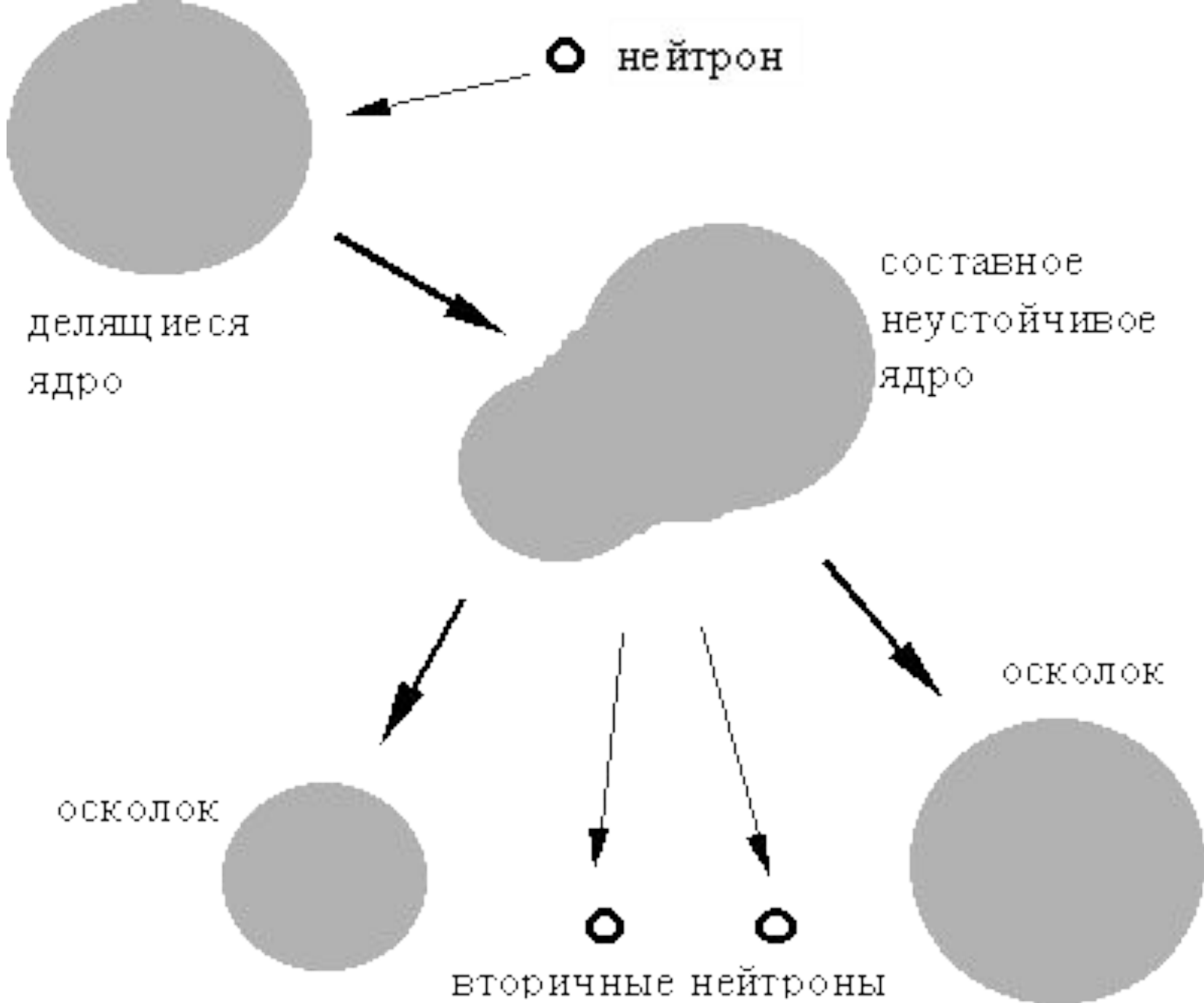


График зависимости удельной энергии связи от массового числа.



# Испускание нейтронов в процессе деления

В процессе деления испускается 2-3 нейтрона. => Возможно практическое использование внутриядерной энергии.

Отношение числа нейтронов к числу протонов в стабильных ядрах возрастает с повышением атомного номера.



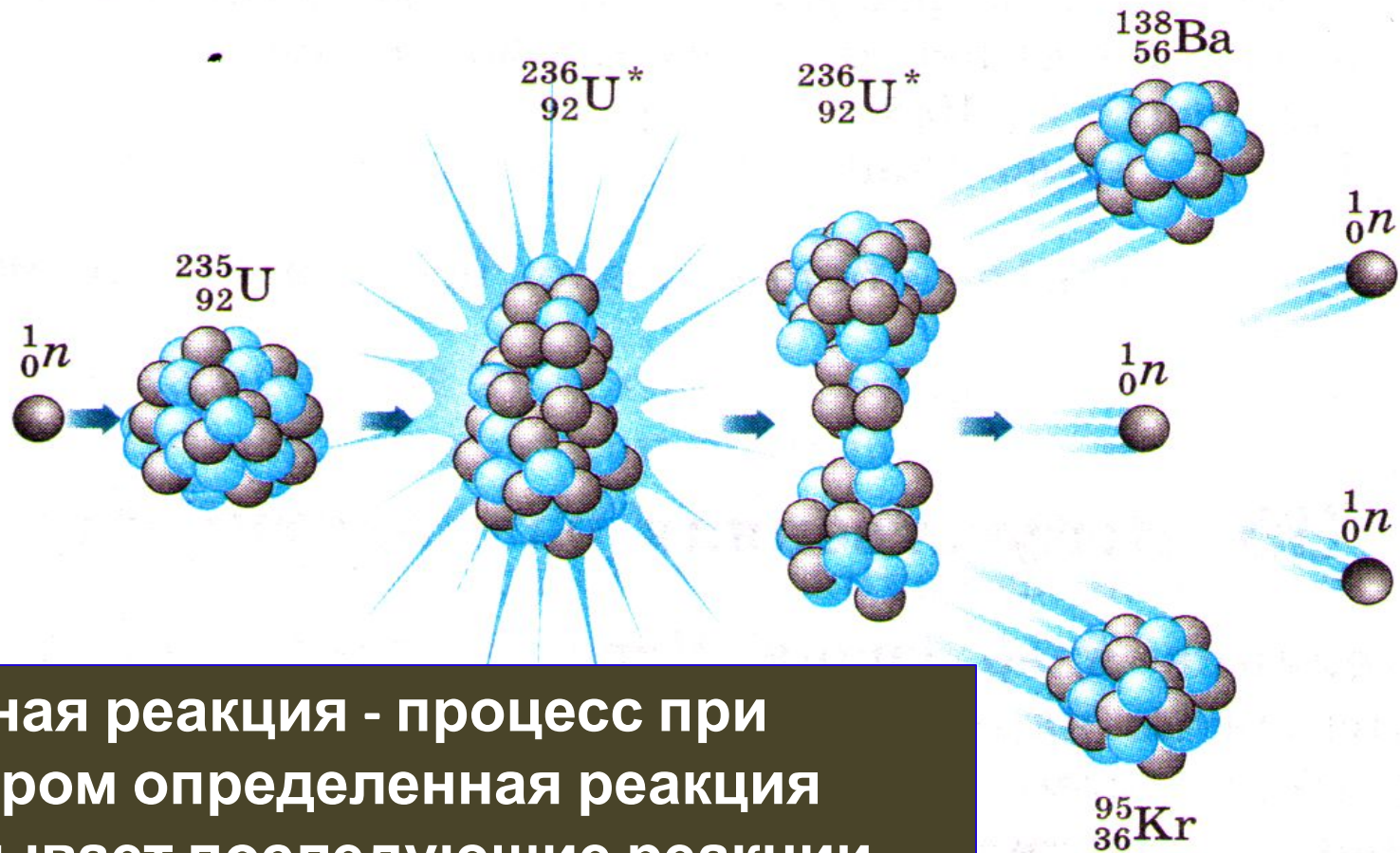
У осколков относительное число нейтронов оказывается большим, чем это допустимо для ядер атомов, находящихся в середине таблицы Менделеева.



Несколько нейтронов освобождается в процессе деления. Их энергия имеет различные значения – от нескольких миллионов электрон-вольт до совсем малых, близких к нулю.

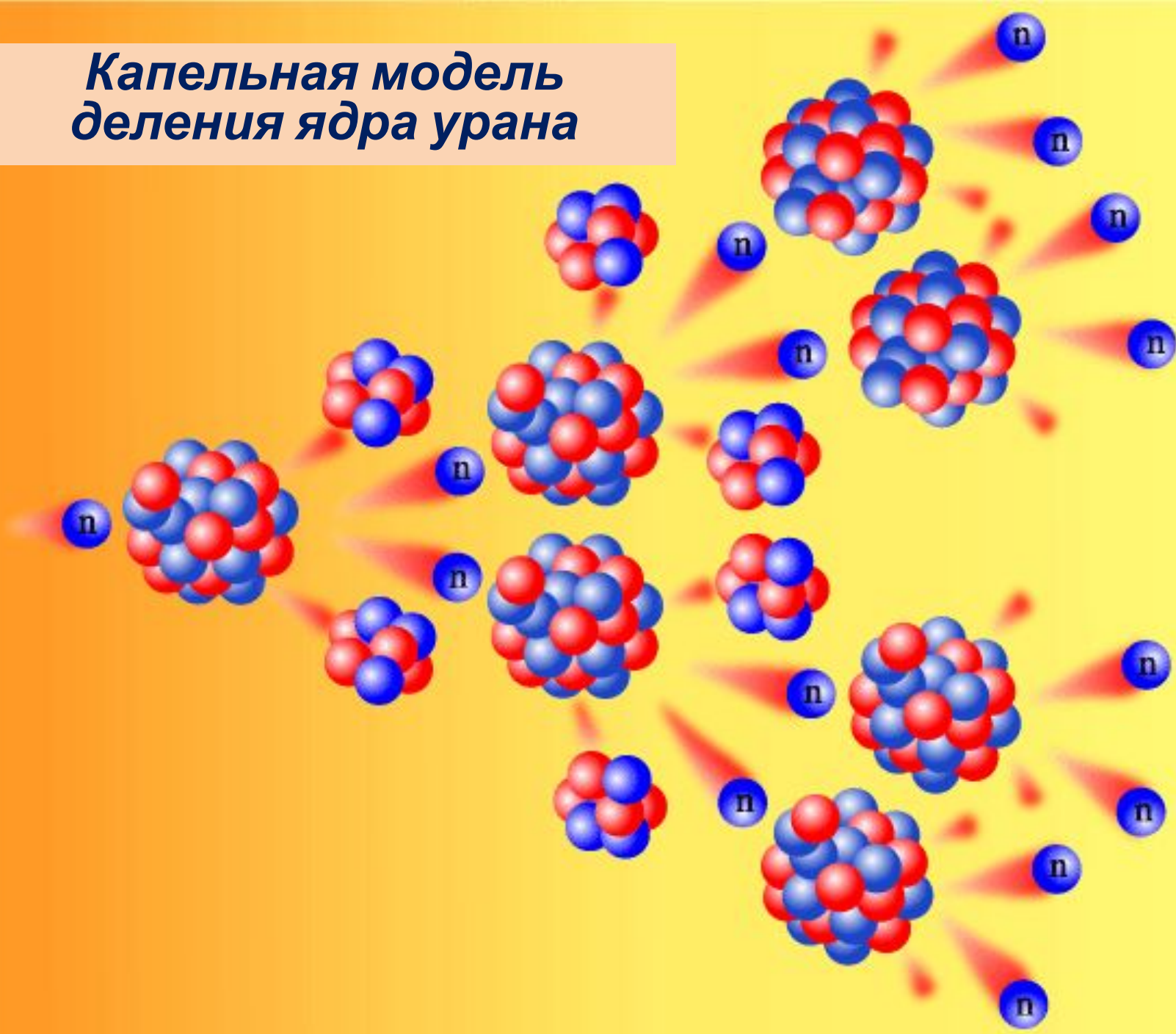
1938 год Отто Ган, Фриц Штрассман

1939 год О. Фриш, Л. Мейтнер

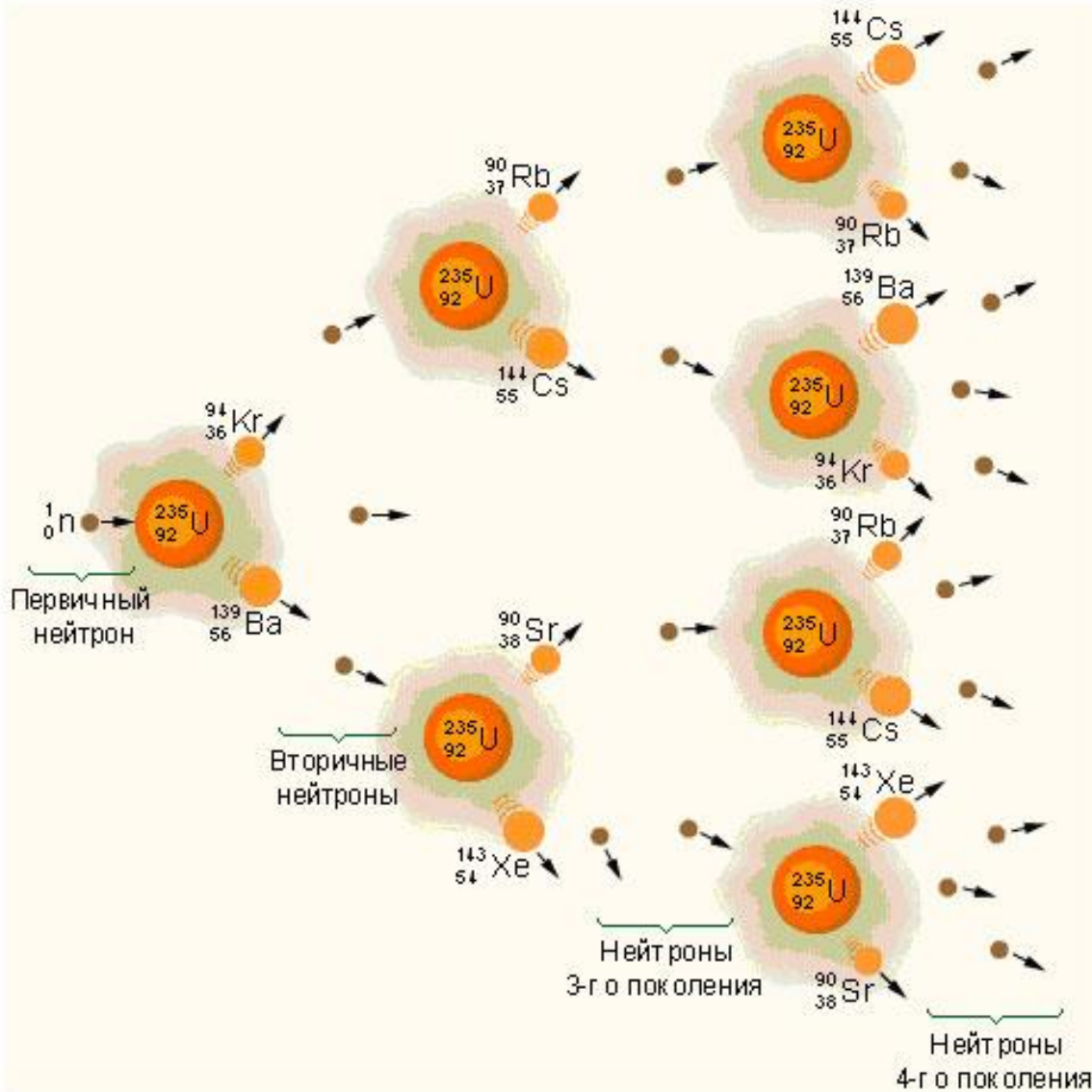


Цепная реакция - процесс при котором определенная реакция вызывает последующие реакции такого же типа, т.е. возникает лавинообразный процесс.

# Капельная модель деления ядра урана



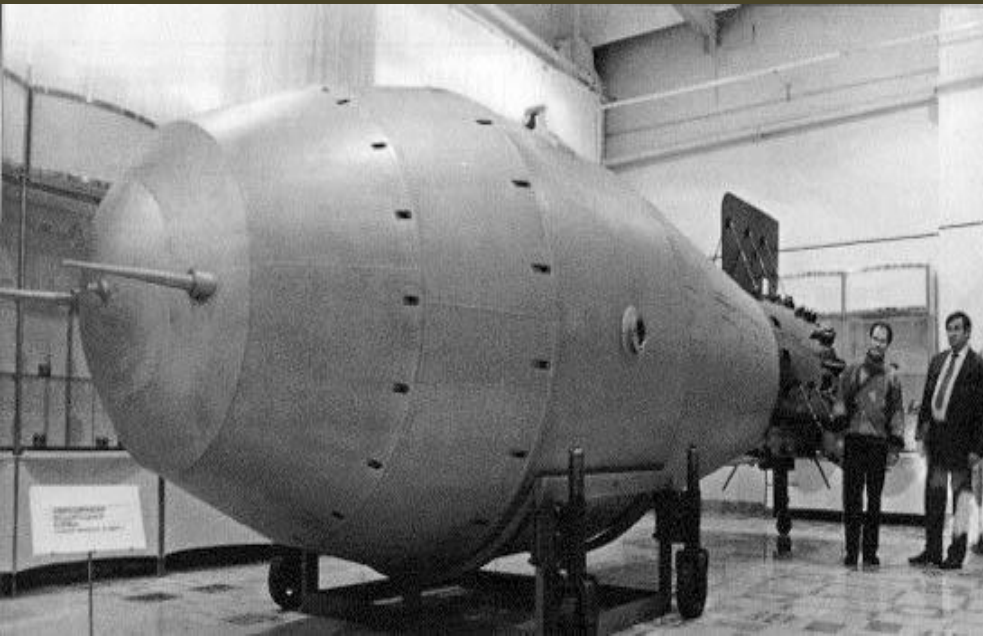
# Цепные ядерные реакции



Это реакция, в которой частицы, вызывающие её (нейтроны), образуются как продукты этой реакции.

При полном делении ядер, содержащихся в 1 грамме урана, выделяется 23000 кВт·ч энергии, что эквивалентно сгоранию 3 тонн угля или 2.5 тонн нефти.

**Механизм осуществления  
цепной ядерной реакции  
 $K > 1$  (взрывной характер)**

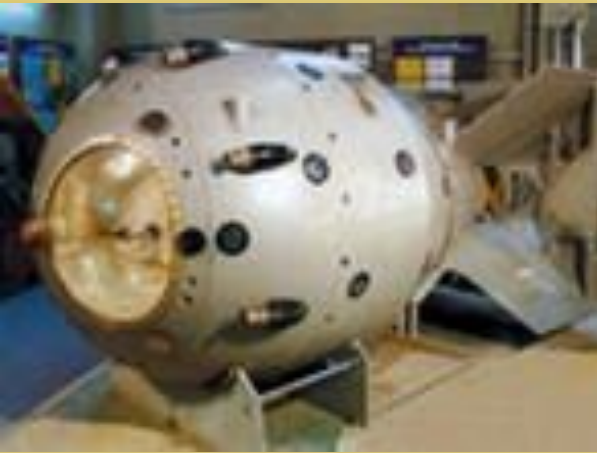


**Водородная бомба**



**Атомная бомба**

# Семипалатинск – испытание первой атомной бомбы СССР



[Семипалатинск на Викискладе](#)

РДС-1.



# Механизм осуществления цепной ядерной реакции

$K=1$  (управляемый характер)





irisko.RU

*Хиросима и Нагасаки. 1945 год...*

# Первые ядерные реакторы

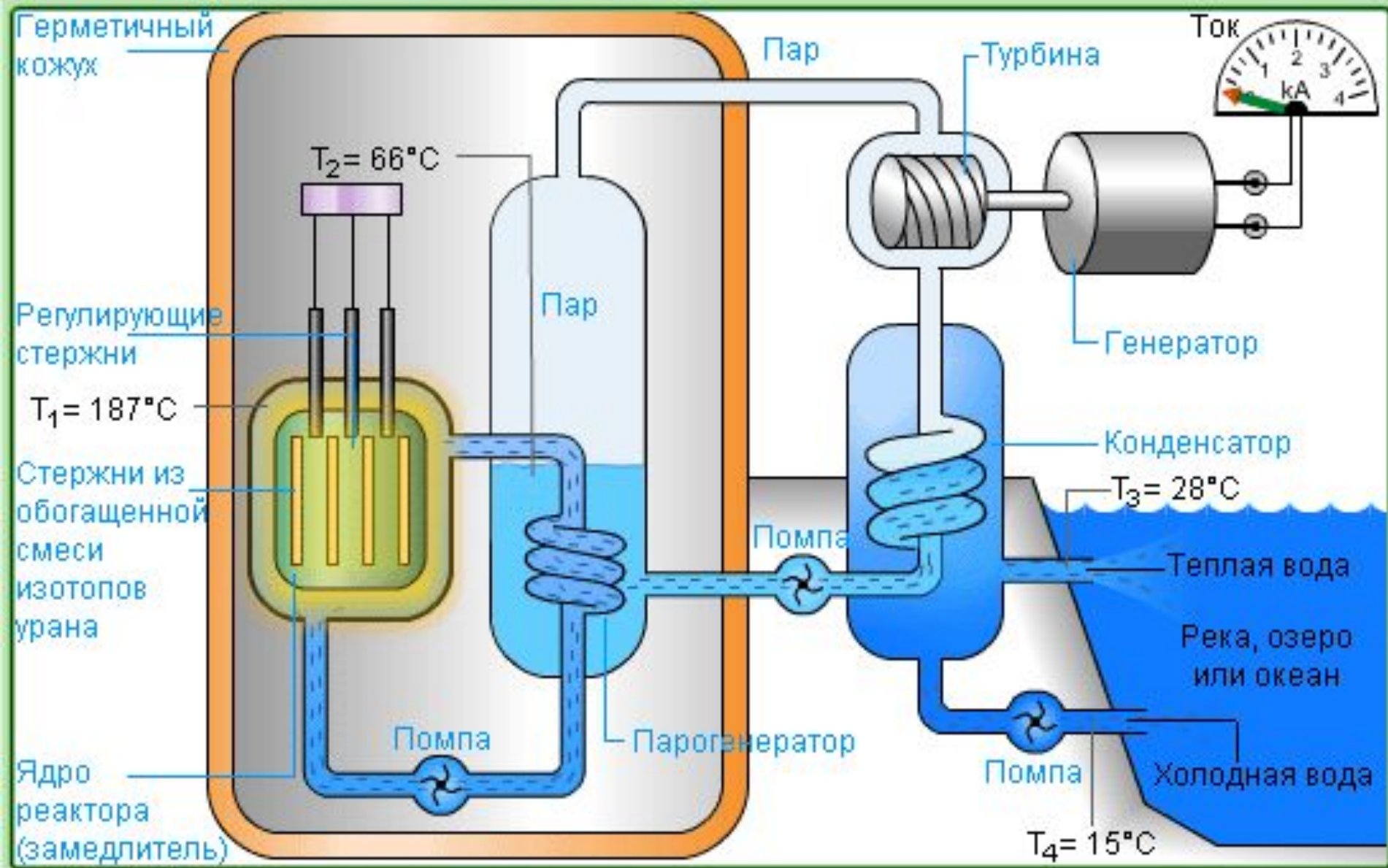


1902 -1960

В нашей стране **первый ядерный реактор** был запущен 25 декабря 1946 г. коллективом физиков, который возглавлял ученый **Игорь Васильевич Курчатов**

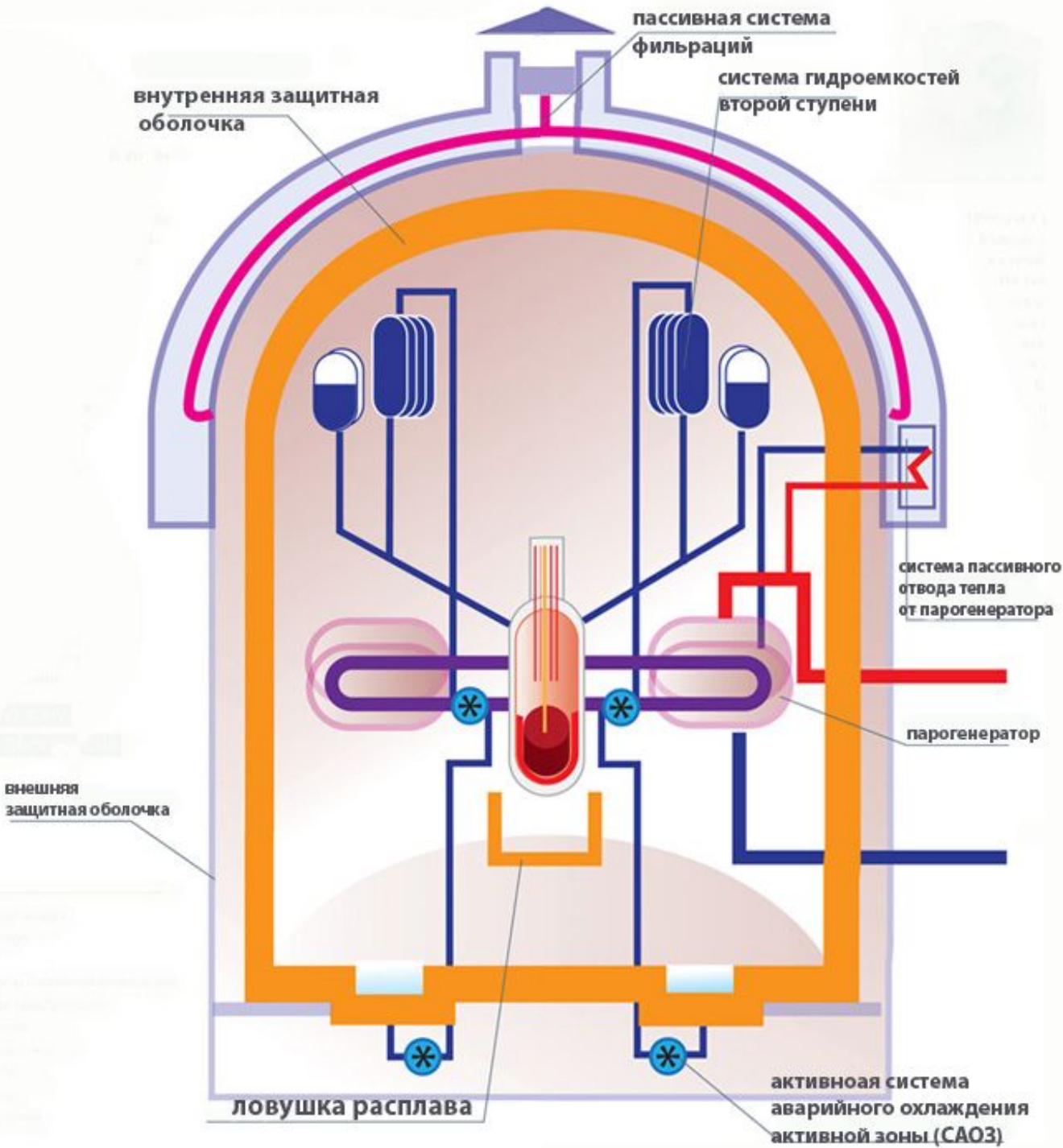
# Основные элементы ядерного реактора:

- ядерное горючее(уран 235, уран 238, плутоний 239);
- замедлитель нейтронов (тяжелая вода, графит и др.);
- теплоноситель для вывода энергии, образующейся при работе реактора (вода, жидкий натрий и др.);
- Регулирующие стержни (бор, кадмий) - сильно поглощающие нейтроны
- Защитная оболочка, задерживающая излучения (бетон с железным наполнителем).





# Безопасность реактора



# Усовершенствование локализующих систем безопасности

**Ураганы,  
Смерчи**

Расчетная максимальная  
скорость ветра повторяемостью 1  
раз в 10000 лет - 56 м/с



**Падение самолета**

весом 20,0 т. со  
скоростью 200 м/с

**Ударная волна**

С давлением во  
фронте 30 КПа



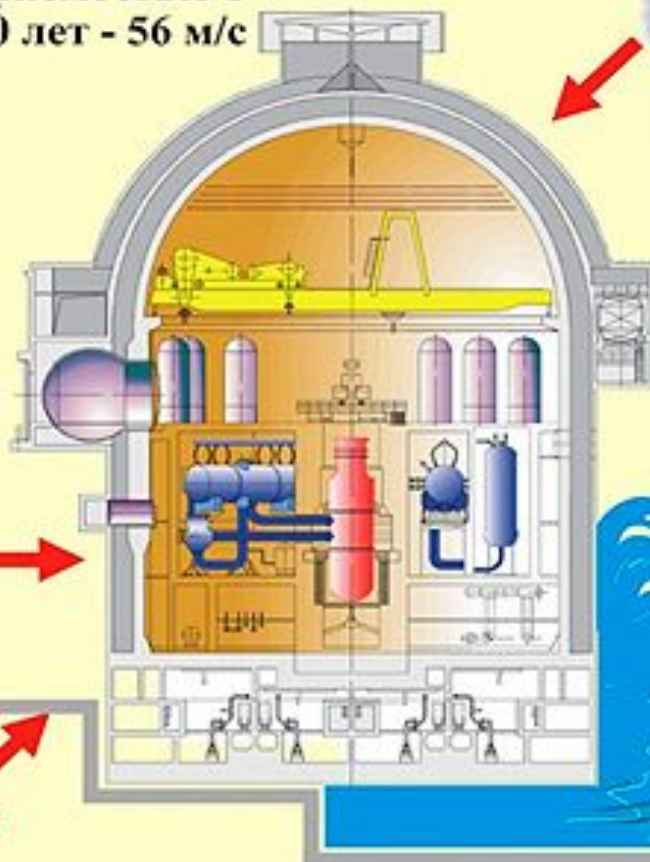
**Наводнения**

При уровне  
с обеспеченностью  $> 0.01\%$



**Сейсмические воздействия**

MP3 - 8 баллов по  
шкале MSK-64





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

на медленных  
нейтронах

Работают на естественном уране. Реакцию можно поддерживать лишь в обогащенной смеси, содержащей не менее 15% изотопа урана.

**Преимущество:** при их работе образуется значительное количество плутония, который затем можно использовать в качестве ядерного топлива.

деление ядер урана-235 происходит под действием медленных нейтронов.

Вторичные нейтроны, образующиеся в результате реакции деления, являются быстрыми. Для того чтобы их последующее взаимодействие с ядрами урана-235 в цепной реакции было наиболее эффективно, их замедляют, вводя в активную зону замедлитель — вещество, уменьшающее кинетическую энергию нейтронов.

# Виды реакторов



## гомогенные:

активная зона  
представляет  
жидкую, твердую  
или газообразную  
однородную смесь  
ядерного топлива,  
теплоносителя и  
замедлителя.



## Гетерогенные:

топливо в виде  
блоков размещено  
в замедлителе, т.  
е. топливо и  
замедлитель  
пространственно  
разделены

# Преобразование энергии

- внутренняя энергия ядер урана
- кинетическая энергия нейтронов и осколков ядер
- внутренняя энергия воды
- внутренняя энергия пара
- кинетическая энергия пара
- кинетическая энергия ротора турбины и ротора генератора
- электрическая энергия

# Использование ядерных реакторов

В зависимости от назначения ядерные реакторы бывают энергетические, конверторы и размножители, исследовательские и многоцелевые, транспортные и промышленные.

# Экологические

## катастрофы

1957 г. – авария в Великобритании

1966 г. – частичное расплавление активной зоны после выхода из строя охлаждения реактора неподалеку от Детройта.

1971 г. – много загрязненной воды ушло в реку США

1979 г. – крупнейшая авария в США

1982 г. – выброс радиоактивного пара в атмосферу

1983 г. – страшная авария в Канаде (20 минут вытекала радиоактивная вода – по тонне в минуту)

1986 г. – авария в Великобритании

1986 г. – авария в Германии

1986 г. – Чернобыльская АЭС

1988 г. – пожар на АЭС в Японии

## Закрепление

### материала

1. Что называют ядерным реактором?
2. Что является ядерным горючим в реакторе?
3. Какое вещество служит замедлителем нейтронов в ядерном реакторе?
4. Каково назначение замедлителя нейтронов?
5. Для чего нужны регулирующие стержни? Как ими пользуются?
6. Что используется в качестве теплоносителя в ядерных реакторах?
7. Для чего нужно, чтобы масса каждого

**1. Какие частицы участвуют в делении ядер урана?**

- А. протоны;
- Б. нейтроны;
- В. электроны;
- Г. ядра гелия.

**2. Какая масса урана является критической?**

- А. наибольшая, при которой возможно протекание цепной реакции;
- Б. любая масса;
- В. наименьшая, при которой возможно протекание цепной реакции;
- Г. масса, при которой реакция прекратится.



**3. Чему приблизительно равна критическая масса урана 235?**

- А. 9 кг;
- Б. 20 кг;
- В. 50 кг;
- Г. 90 кг.

**4. Какие вещества из перечисленных ниже могут быть использованы в ядерных реакторах в качестве замедлителей нейтронов?**

- А. графит;
- Б. кадмий;
- В. тяжёлая вода;
- Г. бер.

**Для протекания цепной ядерной реакции на АЭС нужно, чтобы коэффициент размножения нейтронов был:**

- А. равен 1;
- Б. больше 1;
- В. меньше 1.

## 6. Регулирование скорости деления ядер тяжелых атомов в ядерных реакторах осуществляется:

А. за счет поглощения нейтронов при опускании стержней с поглотителем;

Б. за счет увеличения теплоотвода при увеличении скорости теплоносителя;

В. за счет увеличения отпуска электроэнергии потребителям;

Г. за счет уменьшения массы ядерного топлива в активной зоне при вынимании стержней с топливом.

## 7. Какие преобразования энергии происходят в ядерном реакторе?

А. внутренняя энергия атомных ядер превращается в световую энергию;

Б. внутренняя энергия атомных ядер превращается в механическую энергию;

В. внутренняя энергия атомных ядер превращается в электрическую энергию;

Г. среди ответов нет правильного.

**8. В 1946 году в СССР был построен первый ядерный реактор. Кто был руководителем этого проекта?**

А. С. Королев;

Б. И. Курчатов;

В. Д. Сахаров;

Г. А. Прохоров.

## **9. Какой путь вы считаете самым приемлемым для повышения надежности АЭС и предотвращения заражения внешней среды?**

А. разработка реакторов, способных автоматически охладить активную зону реактора независимо от воли оператора;

Б. повышение грамотности эксплуатации АЭС, уровня профессиональной подготовленности операторов АЭС;

В. разработка высокоэффективных технологий демонтажа АЭС и переработки радиоактивных отходов;

Г. расположение реакторов глубоко под землей;

## 10. Какие источники загрязнения окружающей среды связаны с работой АЭС?

- А. урановая промышленность;
- Б. ядерные реакторы разных типов;
- В. радиохимическая промышленность;
- Г. места переработки и захоронения радиоактивных отходов;
- Д. использование радионуклидов в народном хозяйстве;
- Е. ядерные взрывы.

*Ответы:*

1 Б; 2 В; 3 В; 4 А, В; 5 А;  
6 А; 7 В;. 8 Б; 9 Б. В; 10  
А, Б, В, Г, Е.



**Ядерный  
оружейный  
комплекс**



**Атомный  
ледокольный  
флот**

Мощность, тыс. л. с.:  
75