



**Объединенный  
ИВТ РАН**

*Докладчик:*

**Андрей Владимирович Гавриков**

доцент кафедры общей физики МФТИ,  
заведующий лабораторией ОИВТ РАН, кандидат физико-математических наук

**ОИВТ РАН – один из крупнейших научных центров России в  
области современной энергетики и теплофизики**





# Направления исследований в ОИВТ РАН



**Плазменная  
сепарация ОАТ**



**Ударные  
волны**



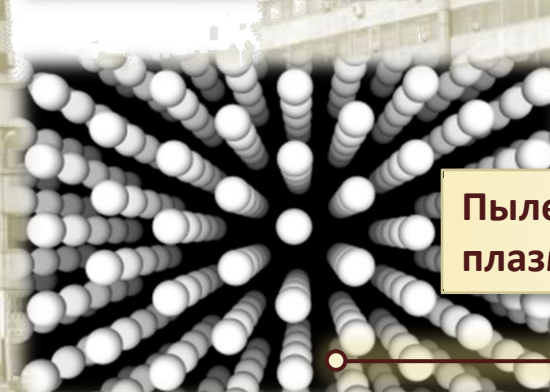
**Экспериментальный  
комплекс «Сфера»**



**Водородная  
энергетика**



**Фемтосекундные  
лазерные комплексы**

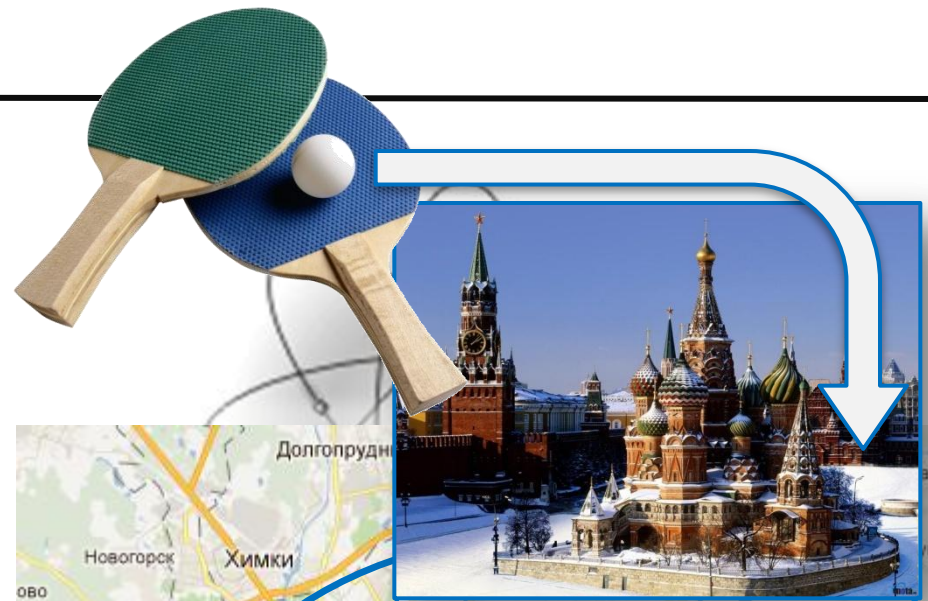
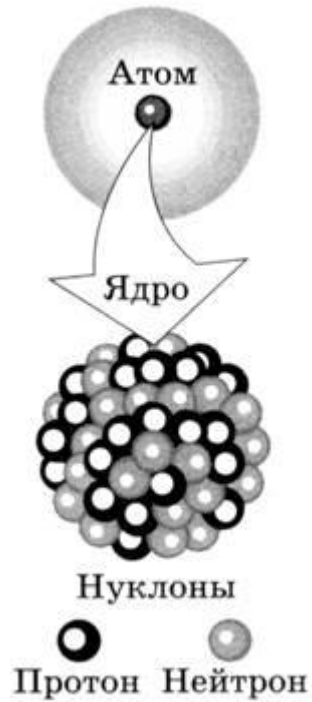


**Пылевая  
плазма**



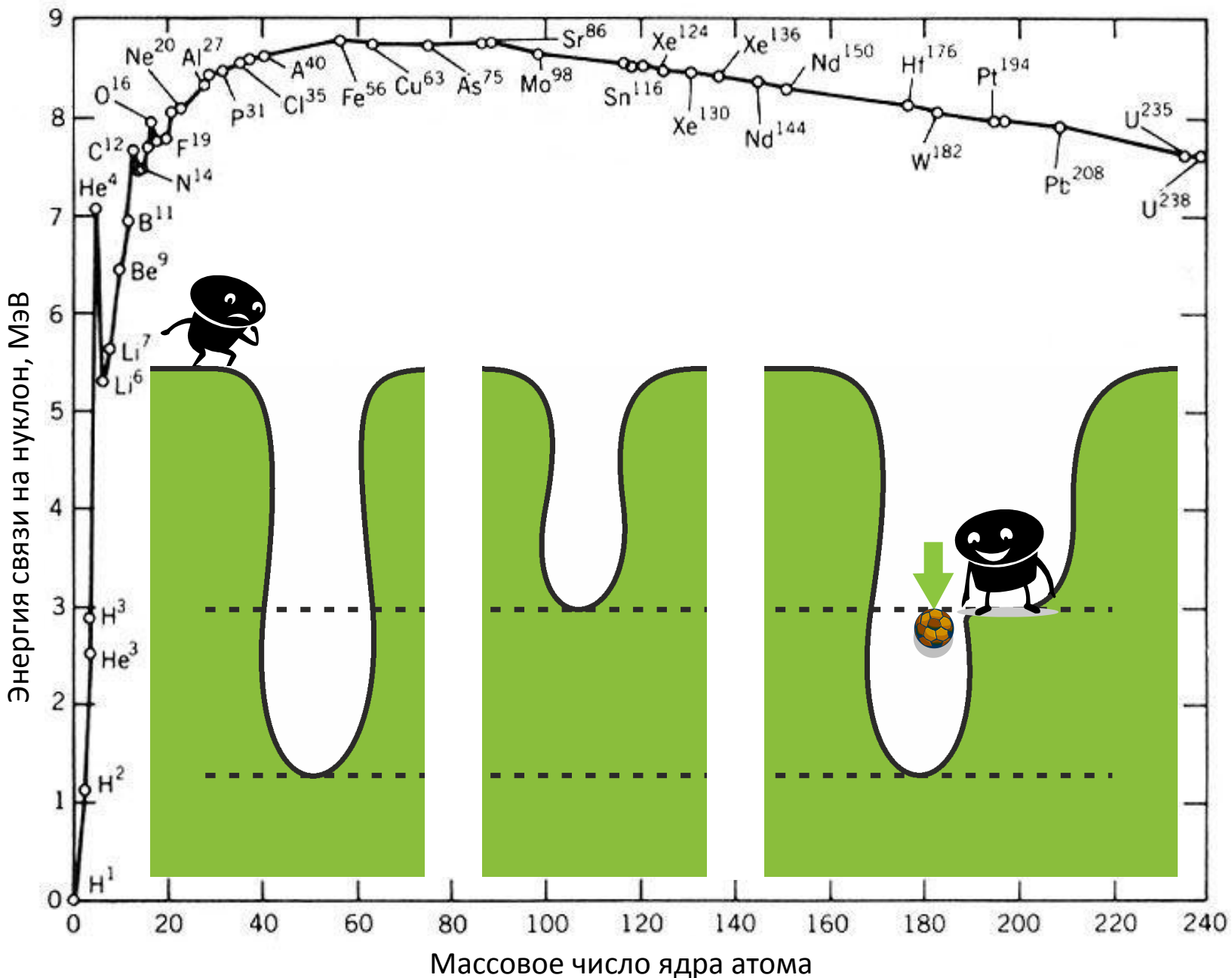


# Ядро и ядерные реакции





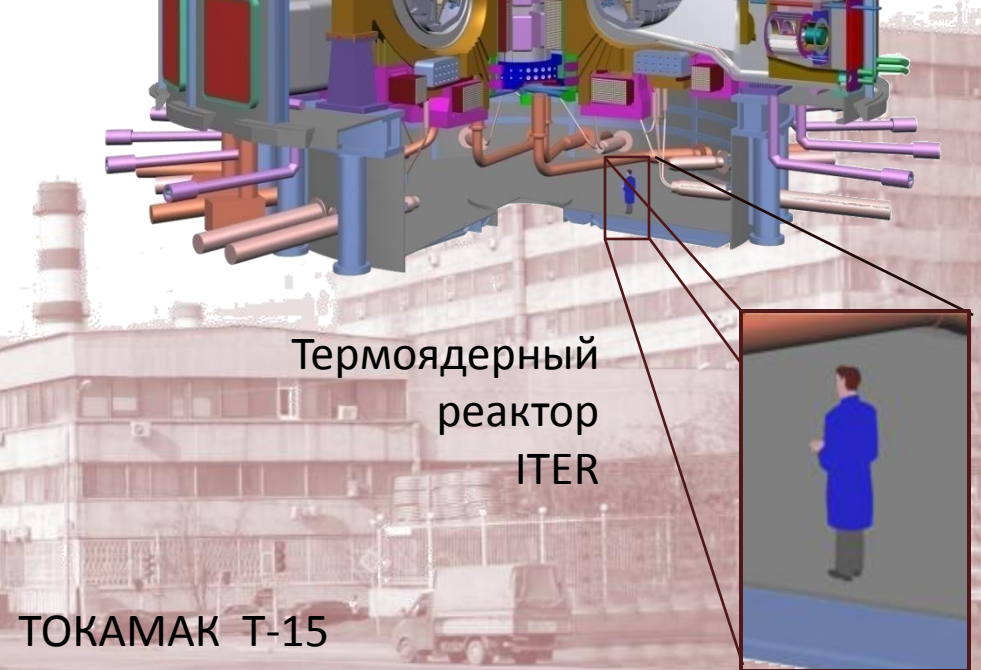
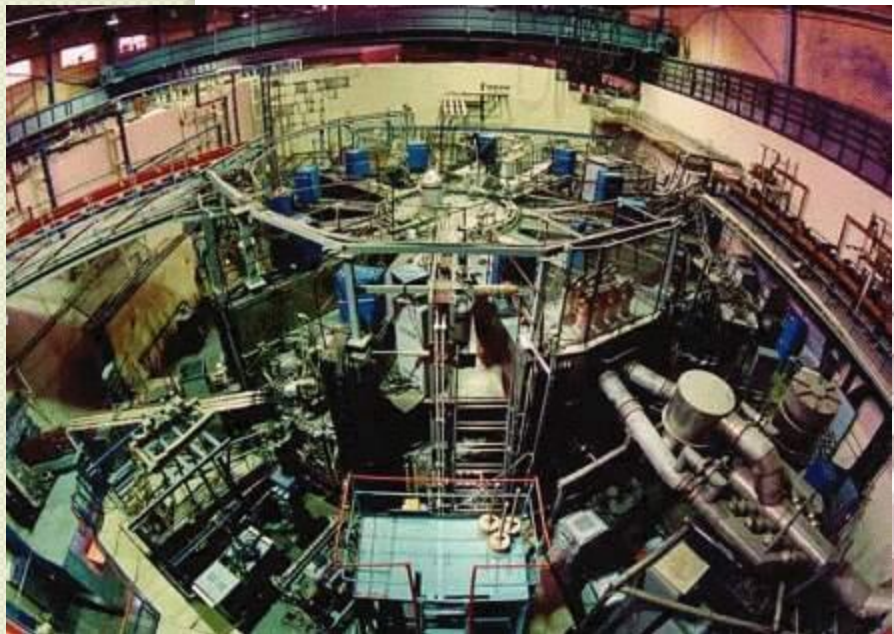
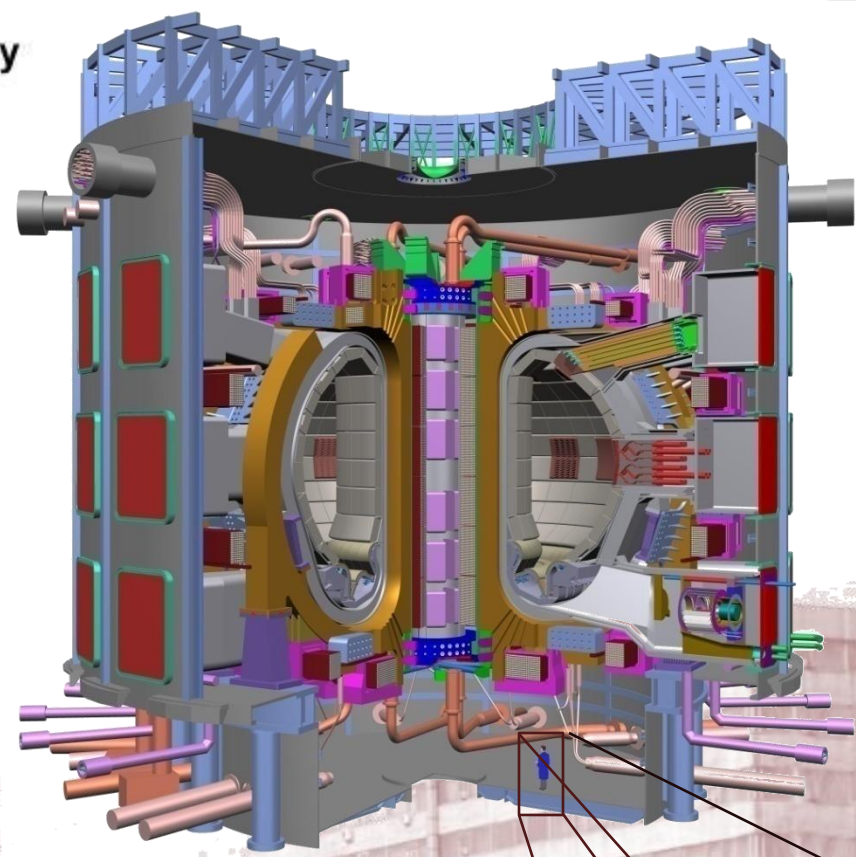
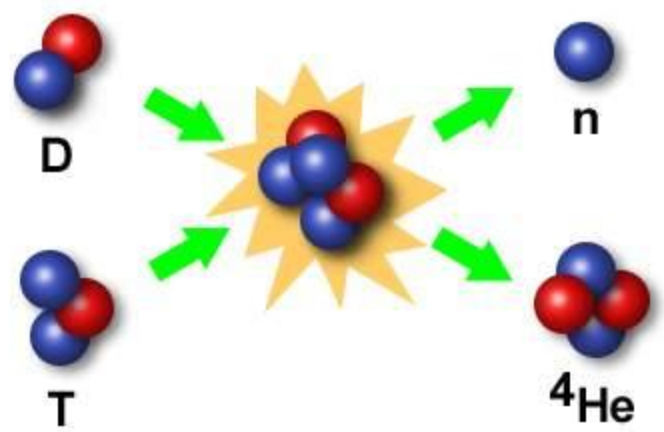
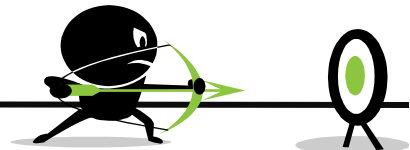
# Что такое деление ядер и термоядерный синтез







# Термоядерный синтез



Термоядерный  
реактор  
ITER

ТОКАМАК T-15

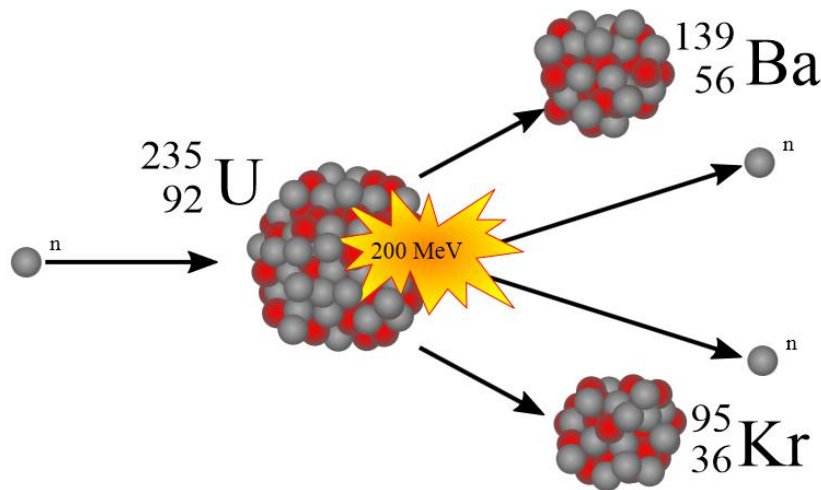




# Деление урана



1 г урана - 20 000 кВт·час  
- 5 т каменного угля



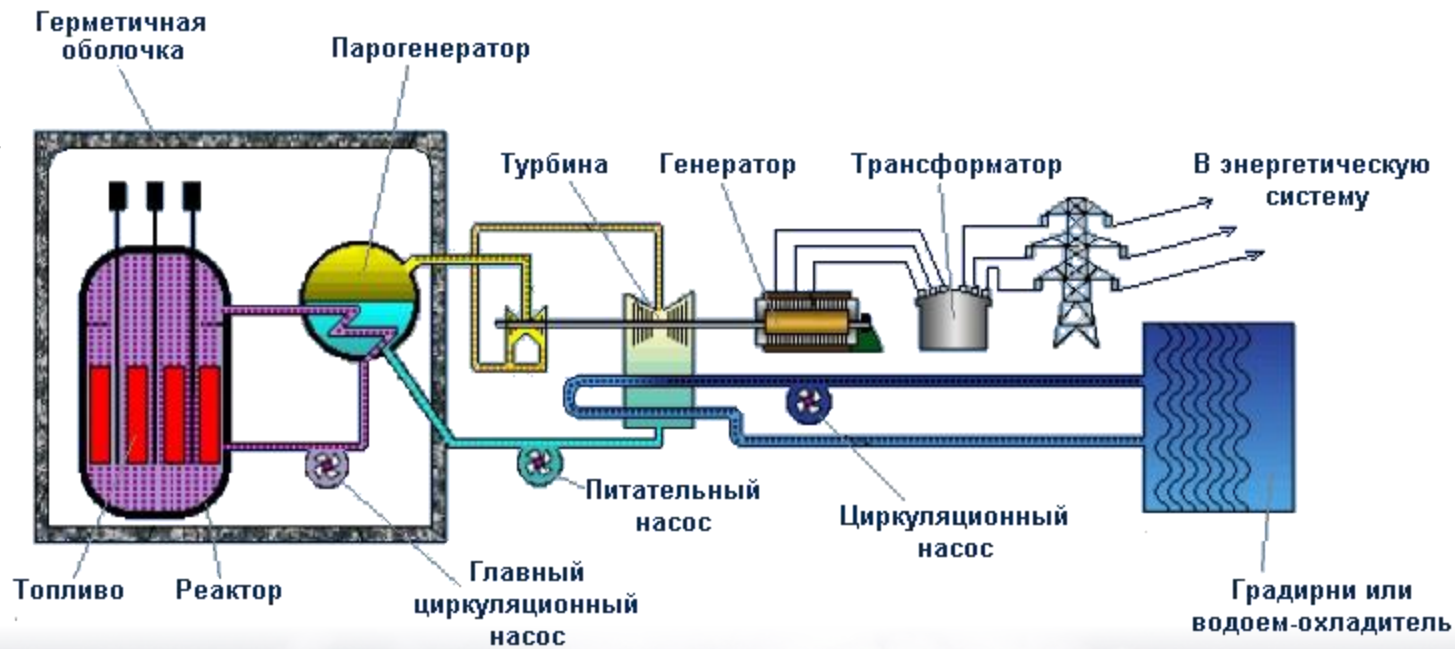
На одного человека в год  
в России требуется 7300 кВт·ч  
в Германии 7500 кВт·ч  
в США 13000 кВт·ч

**Чайная ложка урана = вагон угля**





# Атомная станция







## На сколько лет хватит?

### Достоинства атомной энергетики:

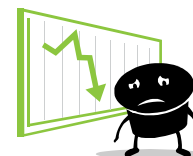
- Экологичность
- Низкие затраты (прежде всего на транспортировку)
- Возможность использования для обогрева



**Уголь – 500-1000 лет**

**Газ – 250 лет**

**Нефть – 100 лет**



**Уран – 80 лет (40 лет)**







## Почему урана хватит всего на несколько десятков лет?

$U_{238}$  - 99,2745 %

$U_{235}$  - 0,7200 %

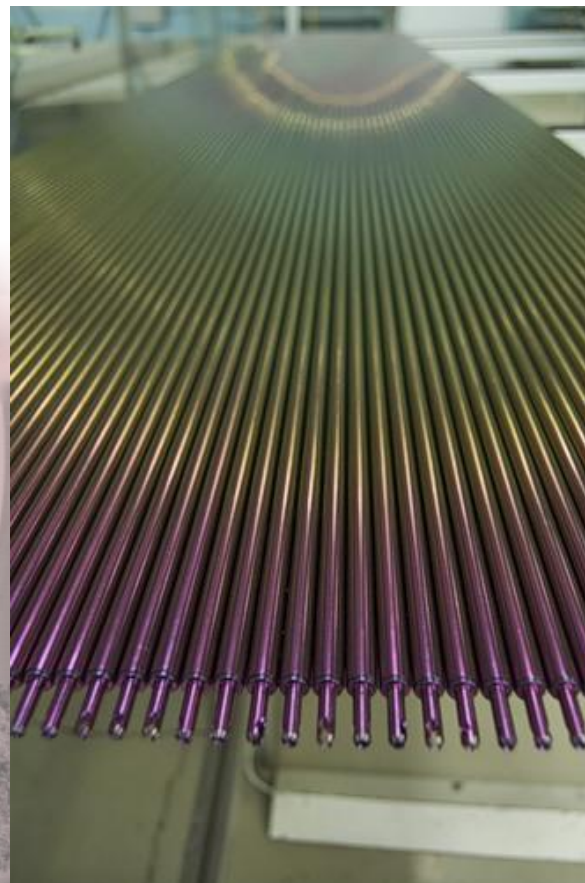
$U_{234}$  - 0,0055 %

**Исходное топливо**

$U_{235}$  - 1,5-4,5 %

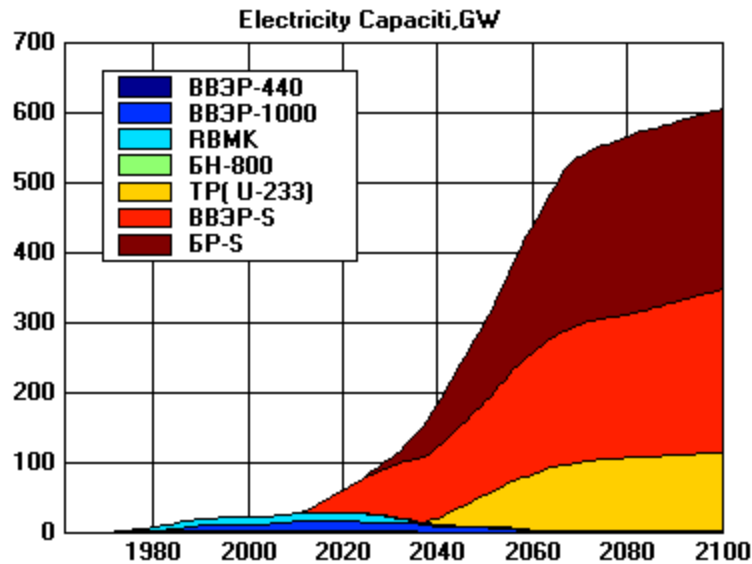
**Отработавшее топливо**

$U_{235}$  - 0,7-1,3 %





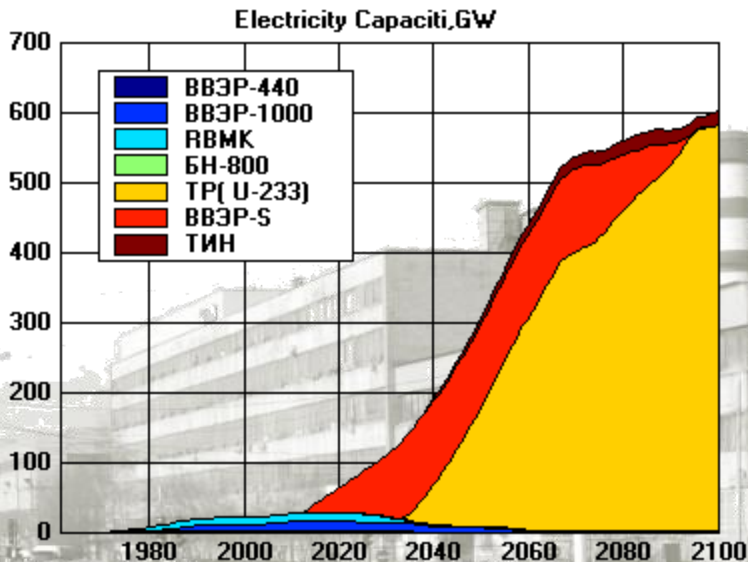
## Сценарии развития ЯЭ РФ до 2100 года



Быстрые реакторы(БР) с BR=1.4.

Усовершенствованные тепловые реакторы (ТР) на уране и тории.

Доля быстрых реакторов в системе к 2100 г - 43%.



ТИН с 2040 года.

Усовершенствованные тепловые реакторы на уране и тории.

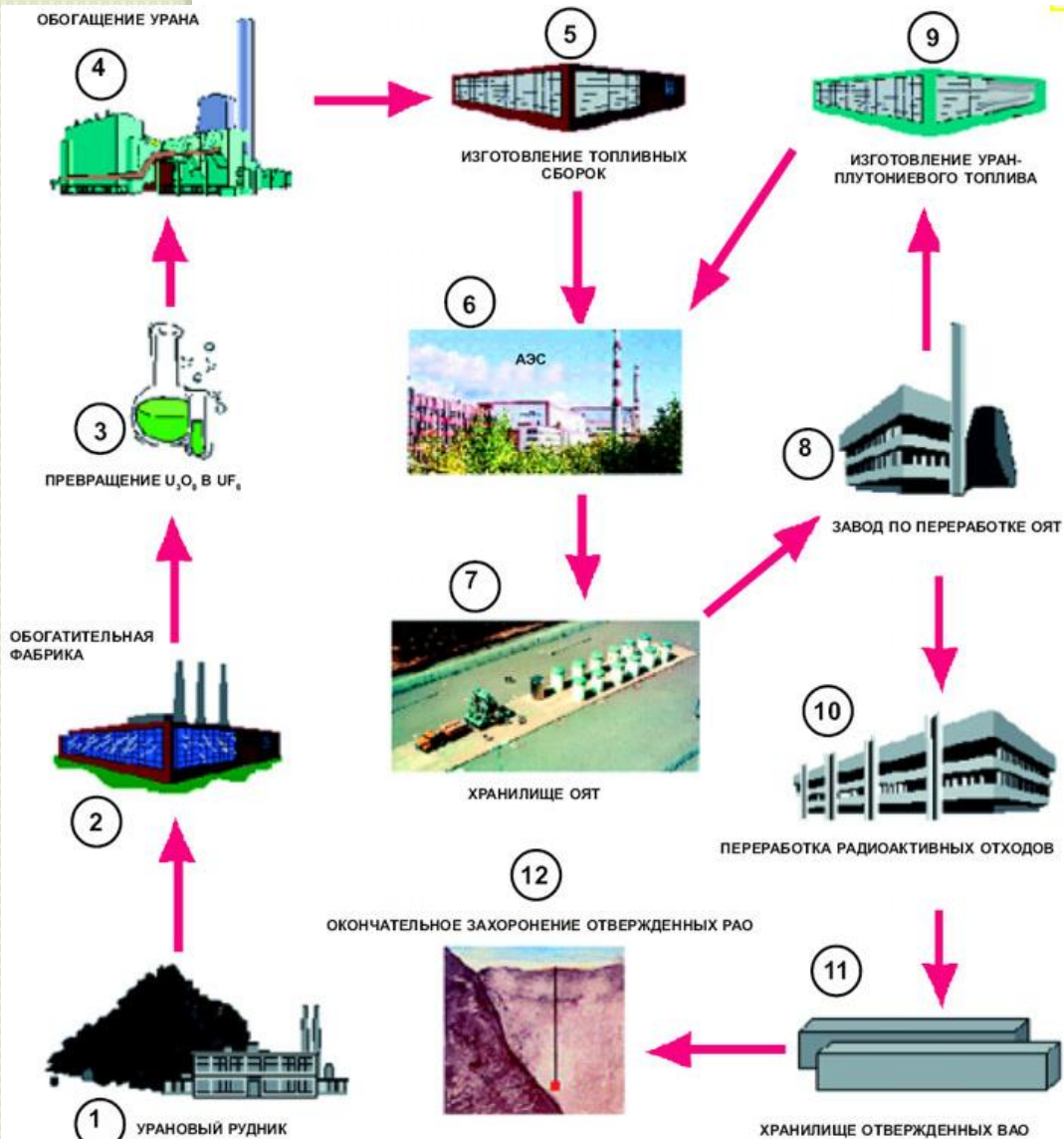
Доля ТИН в системе к 2100 г < 5 %.





# Замкнутый топливный цикл в атомной энергетике

БР реактор 1 ГВт производит 5-10 тонн ОЯТ в год.



«6° 7° 8° 9° 6» — ЗАМКНУТЫЙ ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ

«5° 6° 7» — ОТКРЫТЫЙ ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ

## Химические способы переработки

- + Более понятная и частично опробованная технология
- + Позволяет выделять отдельные элементы

- На 1 т перерабатываемого ОЯТ – несколько ТЫСЯЧ ТОНН отходов
- Большие заводы по переработке



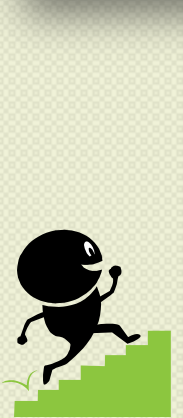
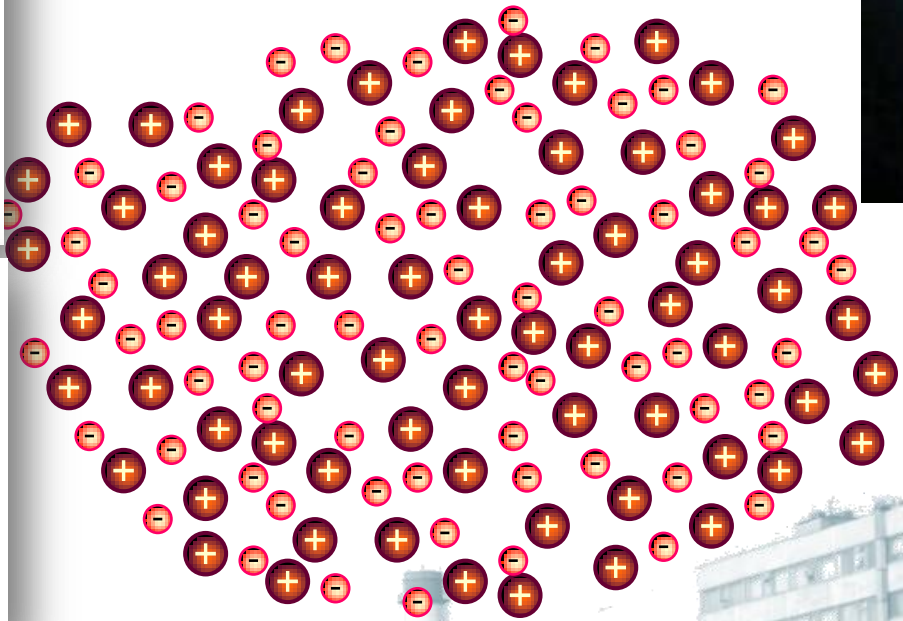
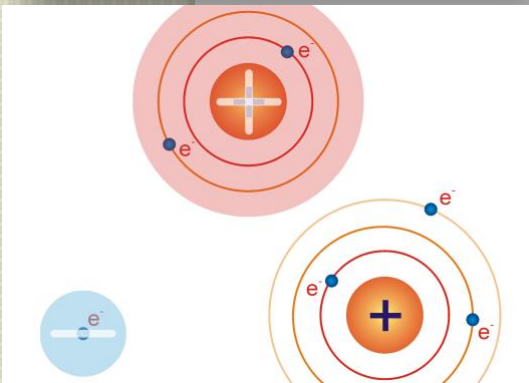
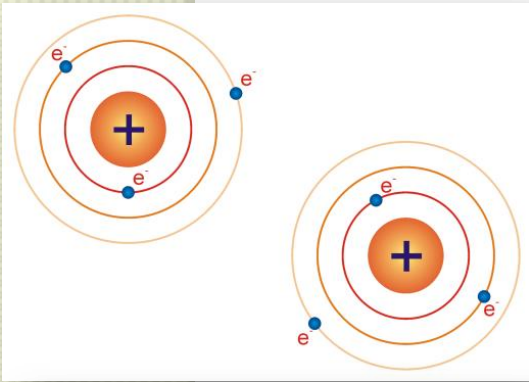
## Плазменные способы переработки

(плазменная сепарация)

- + Компактная установка
- + Малое количество отходов
- + Невозможность выделения плутония
- Требуется дополнительных научных исследований



# Плазма

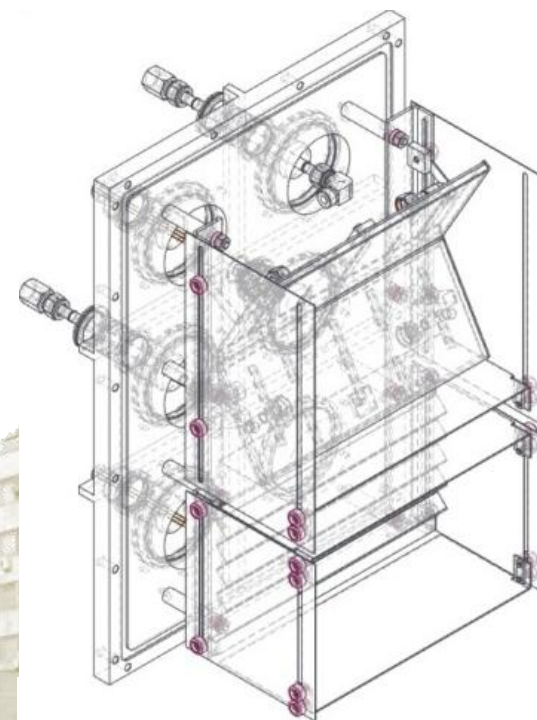
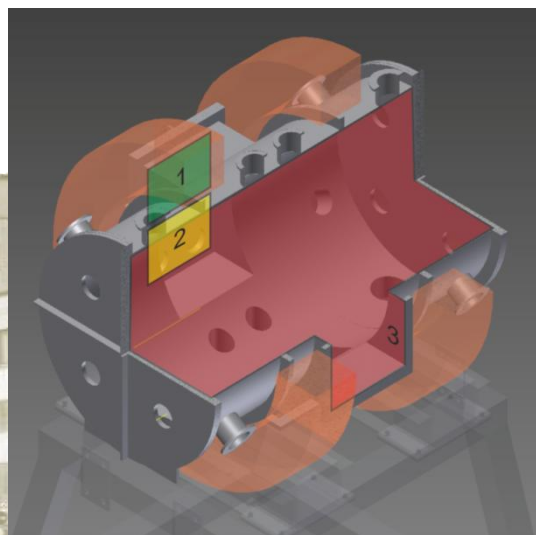
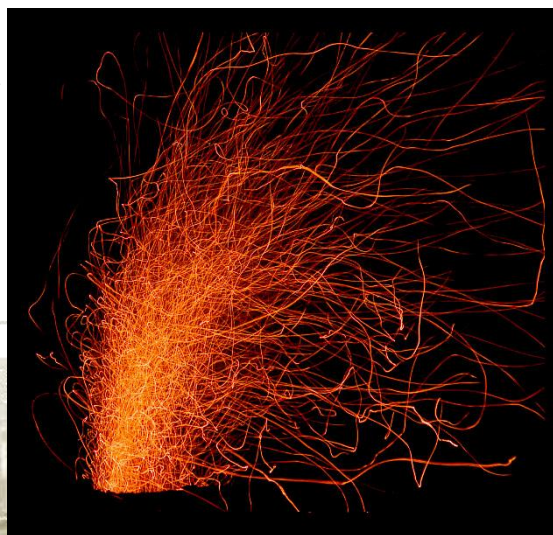
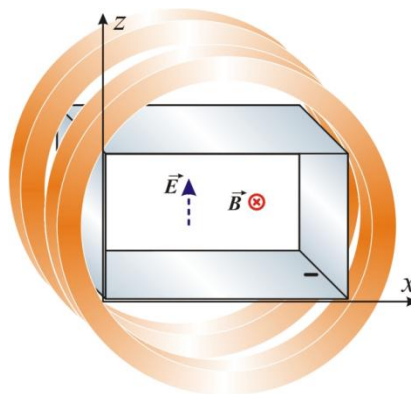
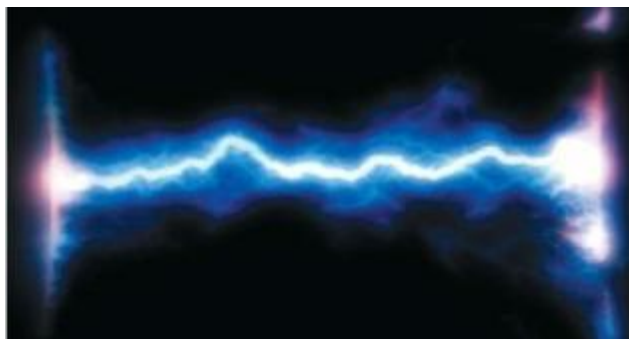






## Плазменная сепарация отработавшего ядерного топлива

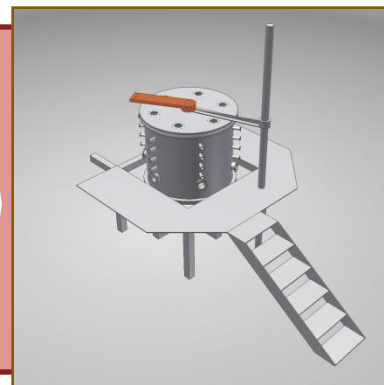
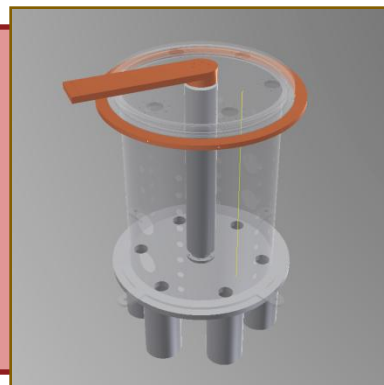
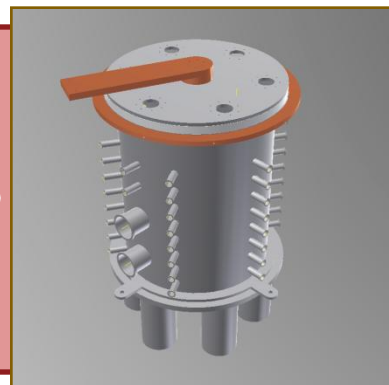
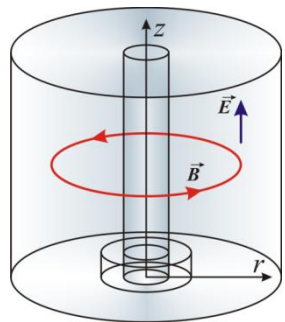
1. Превращение отработавшего ядерного топлива в плазму
2. Разделение в плазме на тяжелые элементы (уран, плутоний,...) и легкие (продукты деления, конструкционные материалы,...)
3. Осаждение разделенного вещества на коллектора и его сбор с коллекторов.



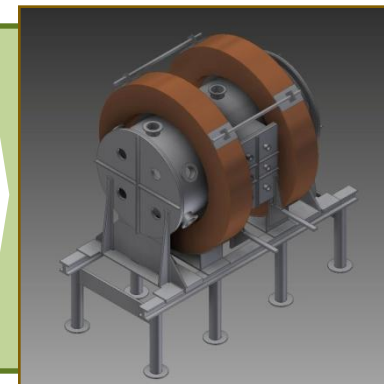
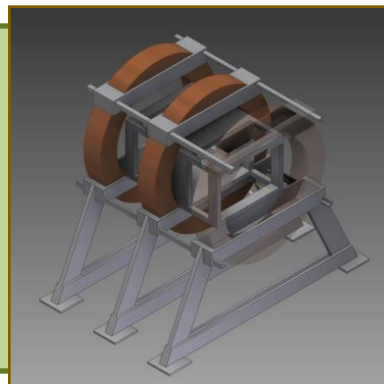
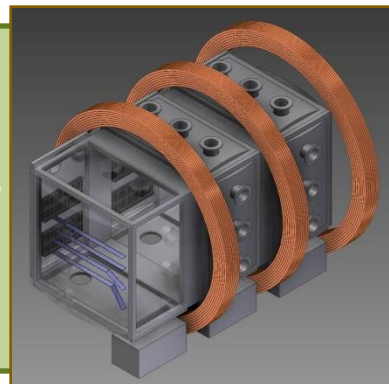
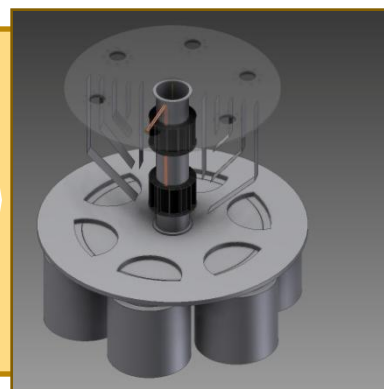
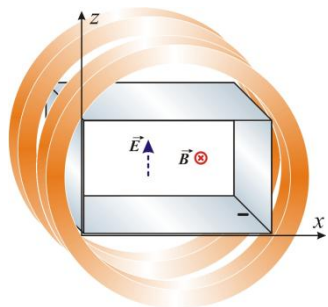


# Плазменный сепаратор (проекты)

## Коаксиальная система



## Линейная система







Объединенный  
ИВТРАН



# Спасибо за внимание!

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

<http://www.jiht.ru>

[gavrikov@ihed.ras.ru](mailto:gavrikov@ihed.ras.ru)

