

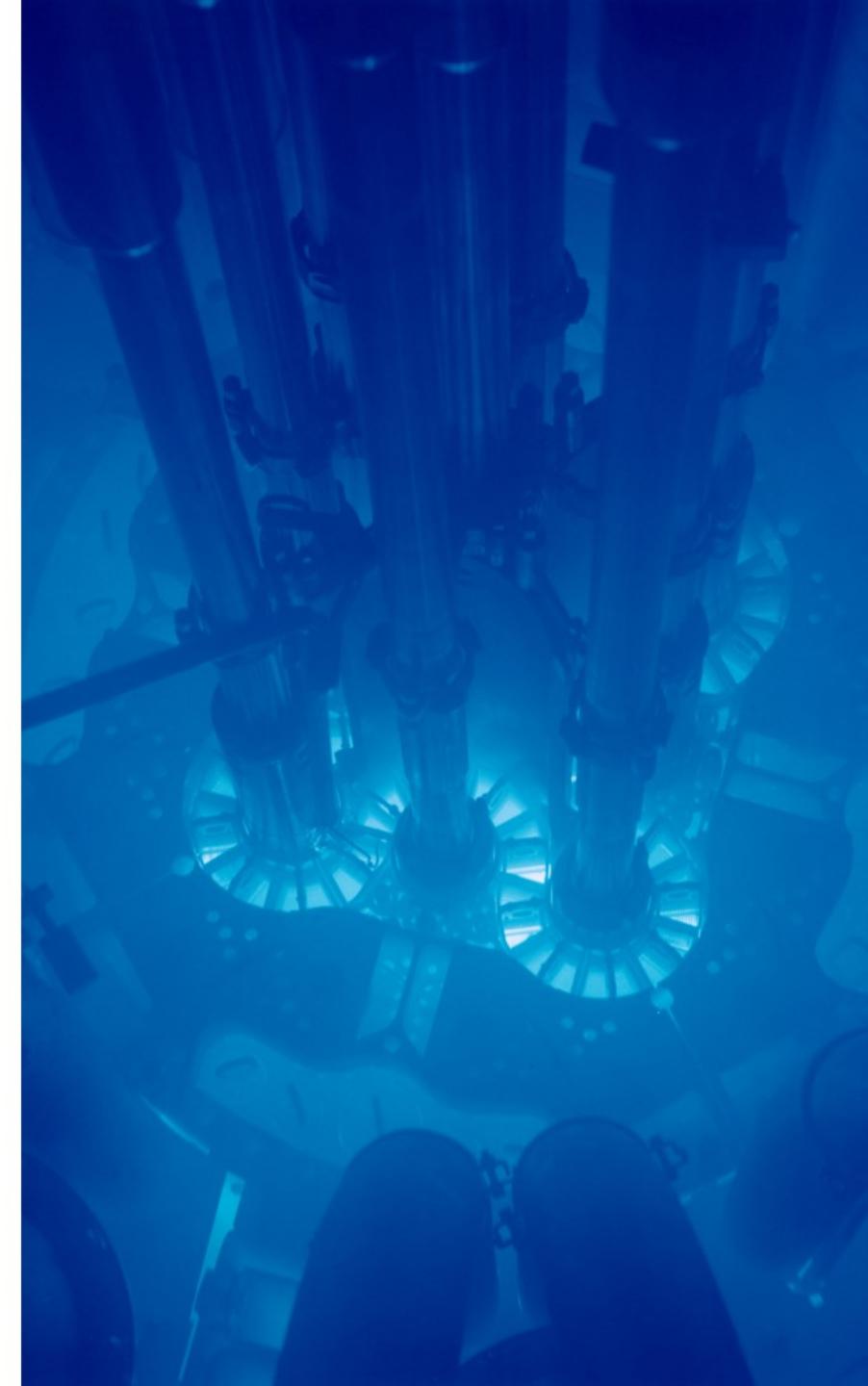


университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

Реферат

Замкнутый ядерный топливный цикл

Ковыляев Иван W3260



Сокращения

АЭС - атомная электростанция

ХОЯТ - хранилище отработанного ядерного топлива

ТВЭЛ - тепловыделяющий элемент

ТВС - тепловыделяющая сборка

ЗЯТЦ - замкнутый ядерный топливный цикл



Очистка от примесей
(аффинаж)



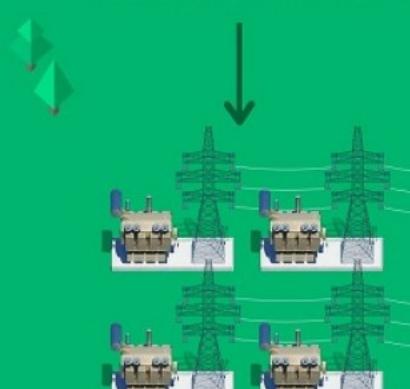
Обогащение урана



Производство ядерного топлива



Сервис и обслуживание оборудования АЭС





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий



ЭКОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ УРАНА

Этап 1

Схема добычи урана методом подземного выщелачивания

*Источник - Росатом

Выщелачивающий раствор подается в урансодержащую породу через закачные скважины

Проходя через руду, урановые минералы растворяются. Урансодержащий раствор из откачных скважин поступает на перерабатывающую установку

Уран извлекается из раствора, и после осушения получается концентрат урана в виде U_3O_8

Выщелачивающий раствор возвращается в закачные скважины

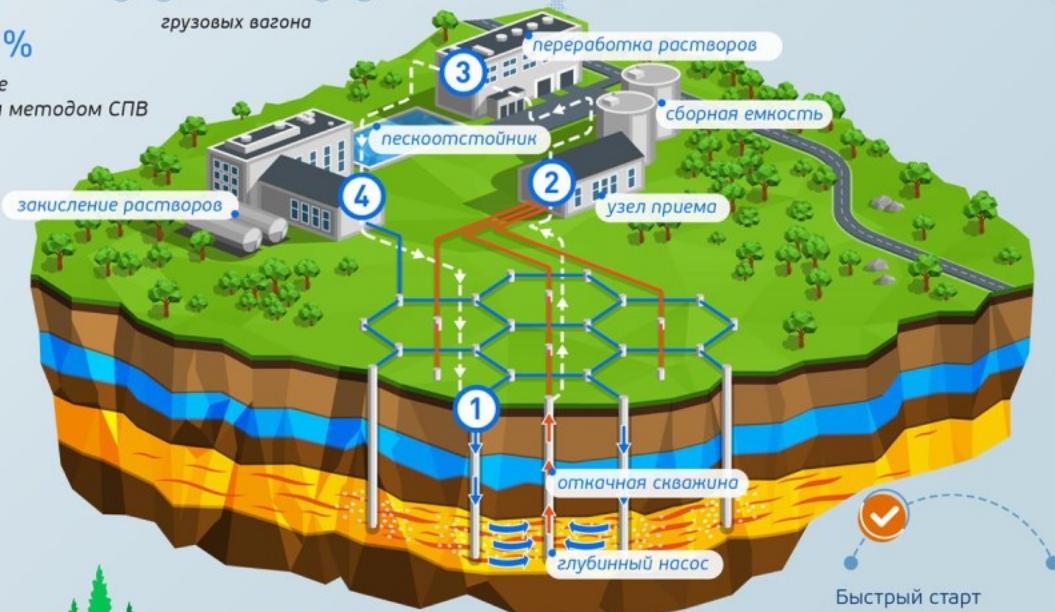
- Минимальные изменения ландшафта
 - Не образуется остатков породы
 - Подземные воды самовосстанавливаются после завершения добычи

50 %

урана в мире
добывается методом СП

72

грузовых вагона



1

- Нет отходов переработки
 - Не наносит вреда экосистеме, не требуются рекреационные работы

Низкие затраты
на единицу продукции
(на фунт урана)

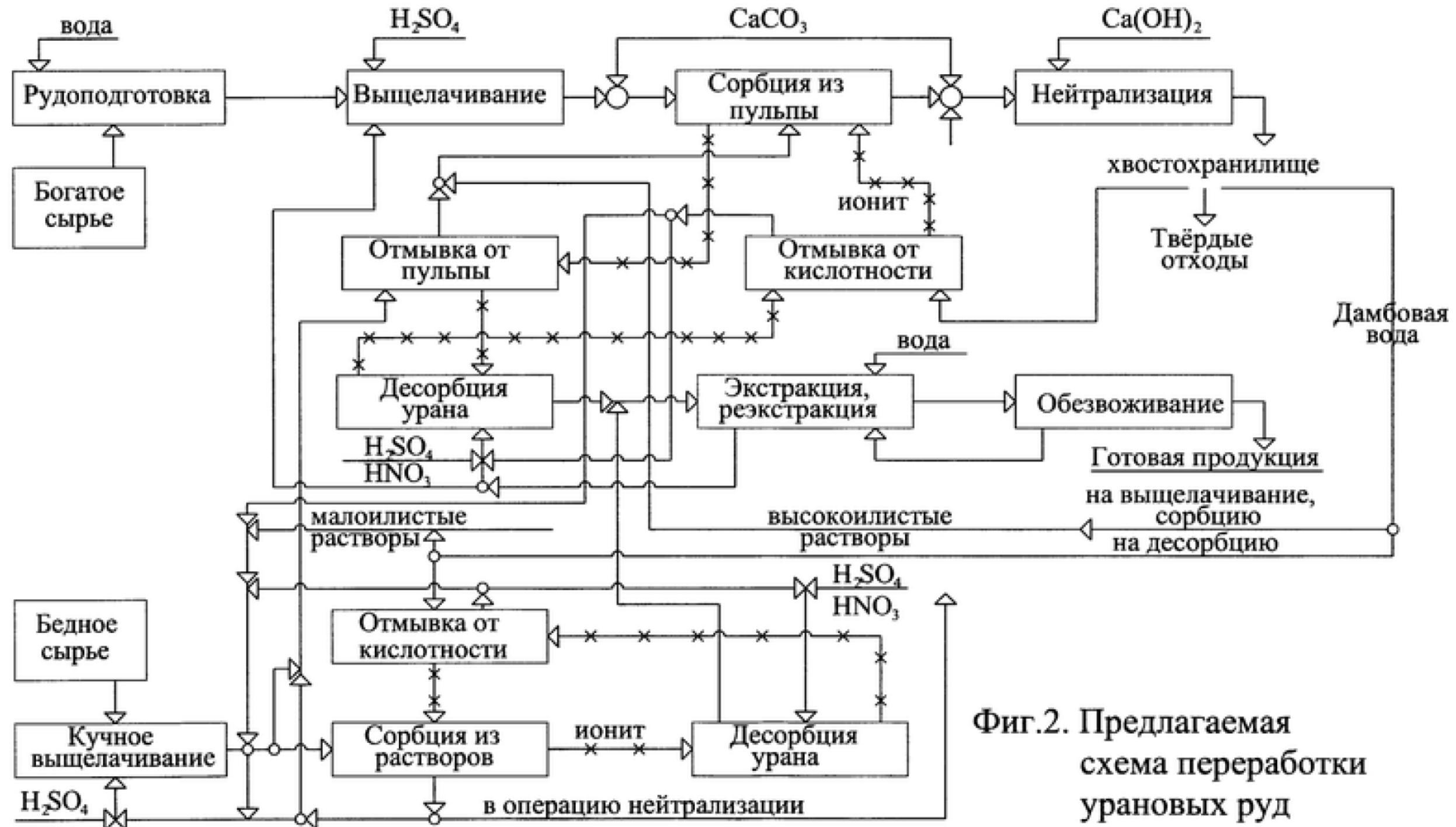


с низким содержанием урана



Низкое энергопотребление
на организацию производства

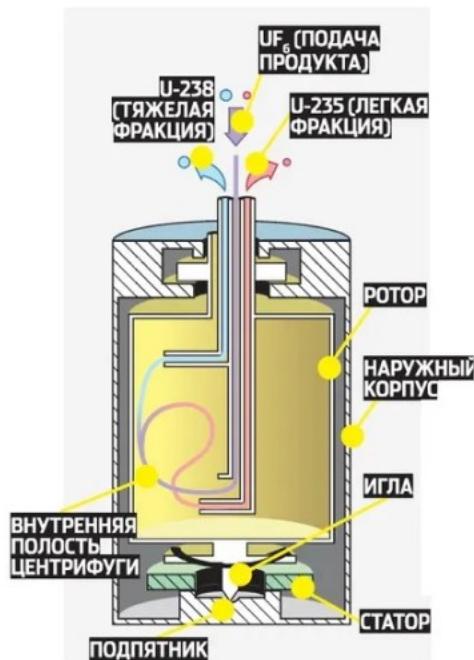
Ditow — Schlegel



Фиг.2. Предлагаемая схема переработки урановых руд

Этап 2

Обогащение урана



Рабочее вещество

UF₆

Поколение

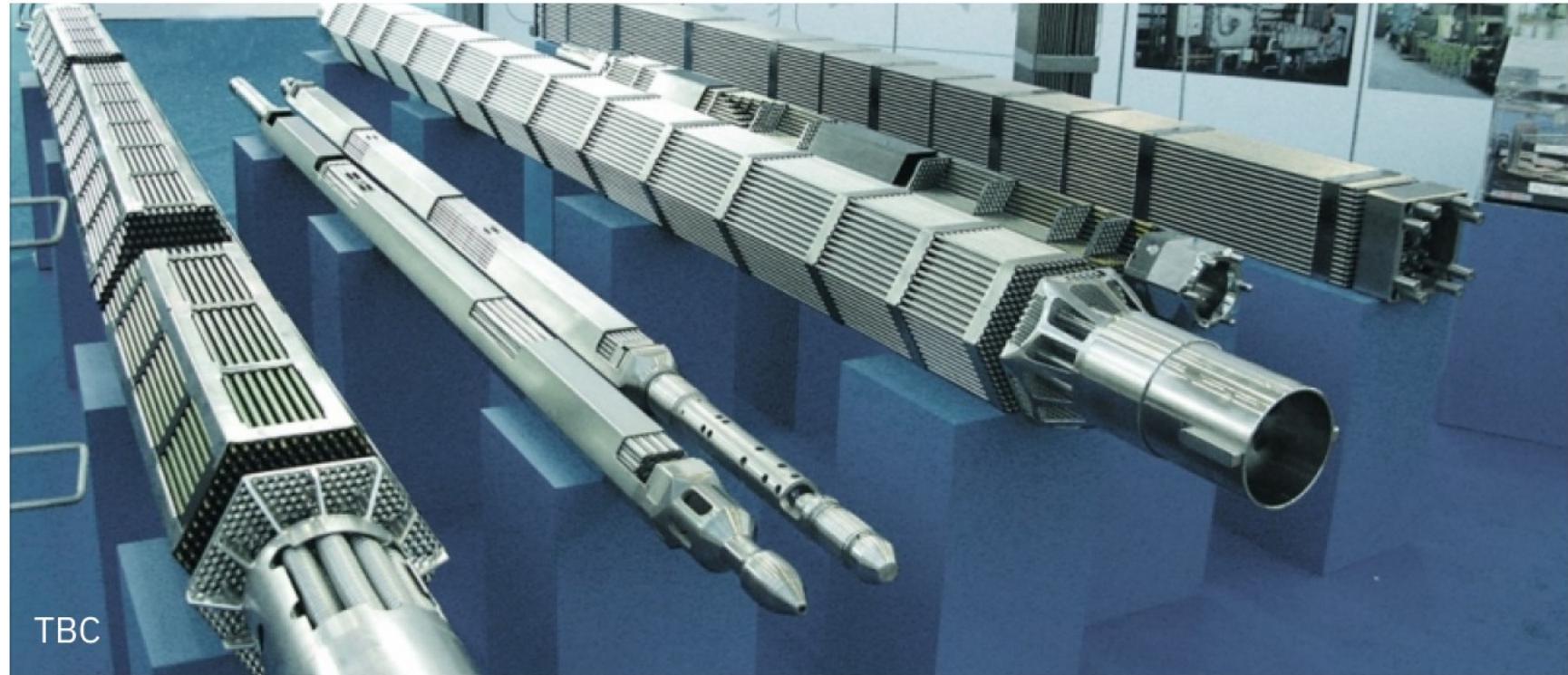
7

Этап 3

Производство топлива

Длина ТВС, м

4,5



Масса ТВС, кг

760

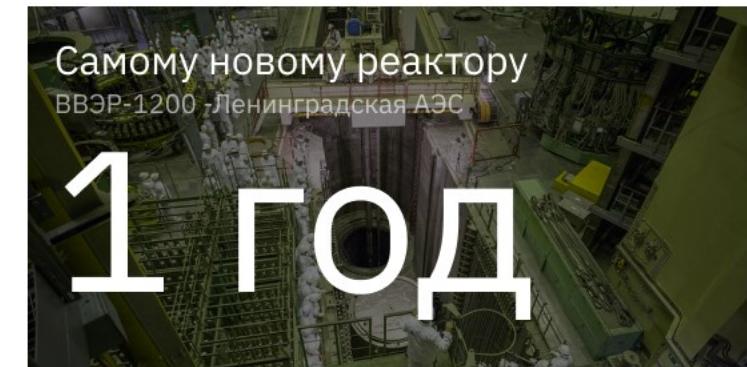
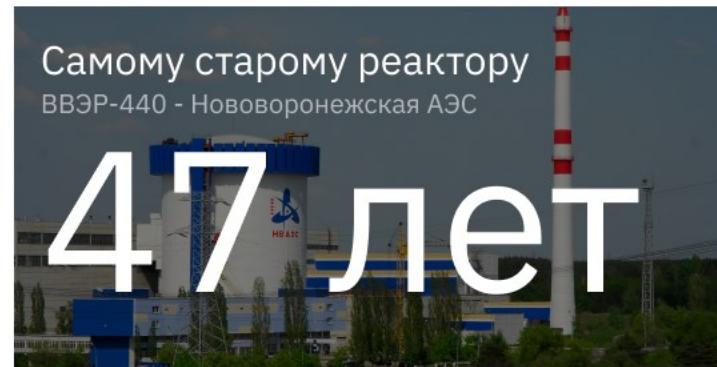
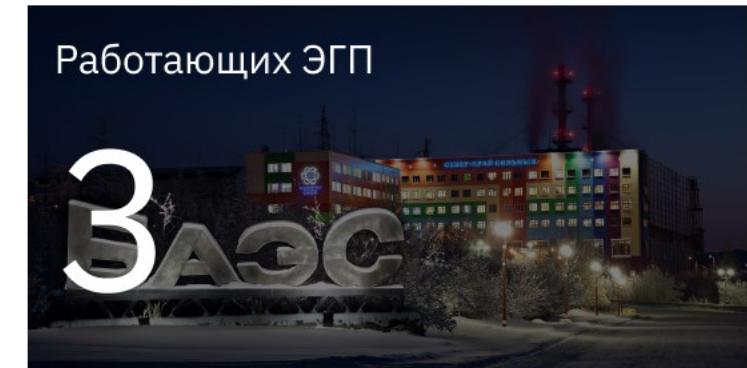
Количество ТВС в реакторе ВВЭР-1000

163

Обогащение

1,6-5,0%

Атомные реакторы



Классификация

Канальные

АМБ-100

АМБ-200

ЭГП-6

РБМК-1000

Водо-водяные

ВВЭР-210

ВВЭР-365

ВВЭР-440

ВВЭР-1000

B-187, B-302, B-338, B-320,
B-392, B-392Б, B-412, B-428,
B-446, B-466Б

ВВЭР-1200

B-392M, B-501, B-513, B-523,
B-491, B-508, B-522, B-527, B-529

ВВЭР-1300

ВВЭР-ТОИ

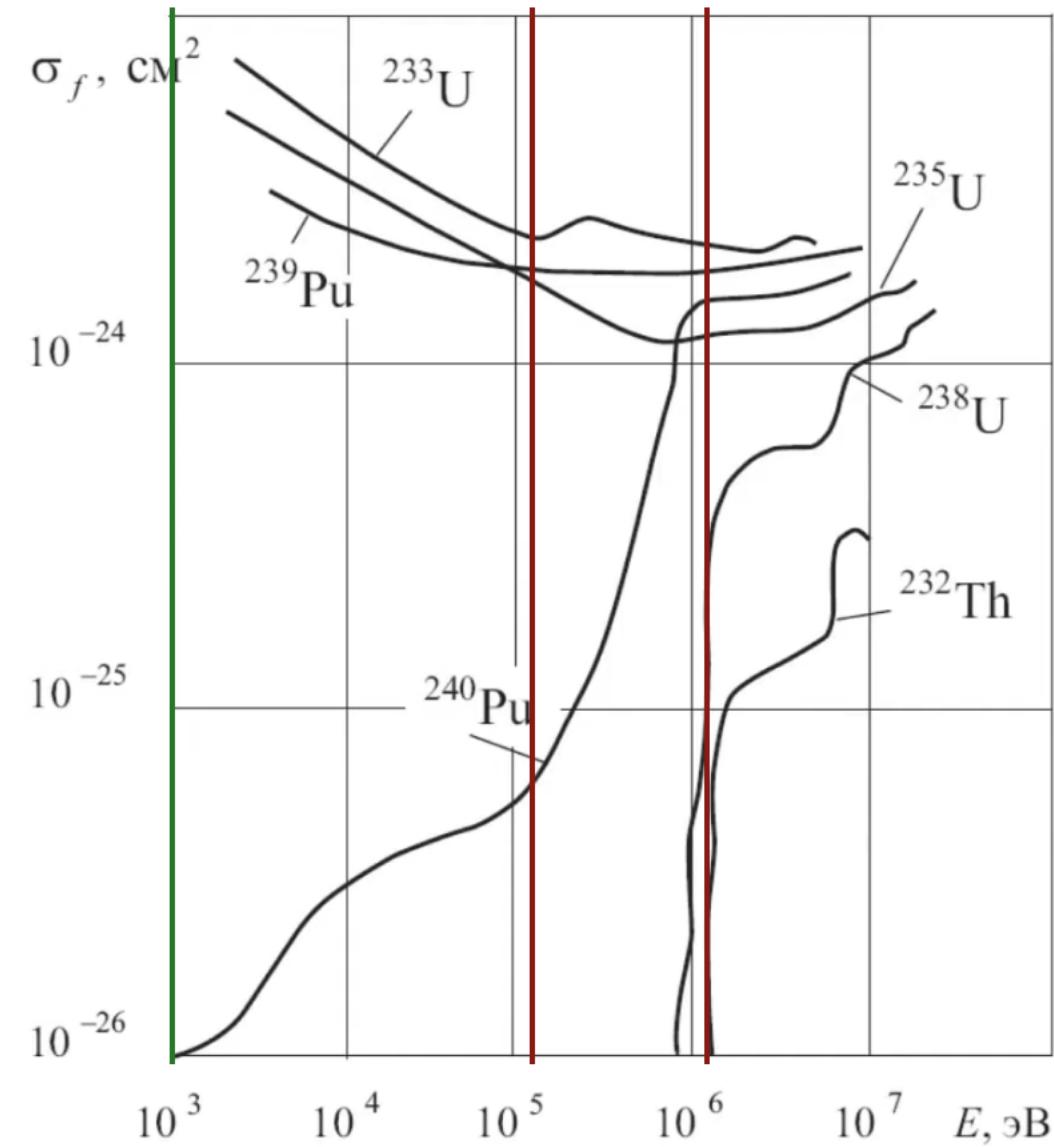
На быстрых нейтронах

БН-600

БН-800

Немного физики

Сечение реакции деления ядер изотопов урана, плутония и тория в зависимости от энергии нейтронов



*Источник - Habr.com

По энергии различают нейтроны:

Сверхбыстрые ($E > 2 \text{ MeV}$)

Быстрые ($0,2 \text{ MeV} < E < 2 \text{ MeV}$)

Промежуточные ($0,5 \text{ keV} < E < 0,2 \text{ MeV}$)

Надтепловые ($0,1 \text{ eV} < E < 0,5 \text{ keV}$)

Тепловые ($E < 0,1 \text{ eV}$)

Холодные ($E < 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ eV}$)



Очистка от примесей
(аффинаж)



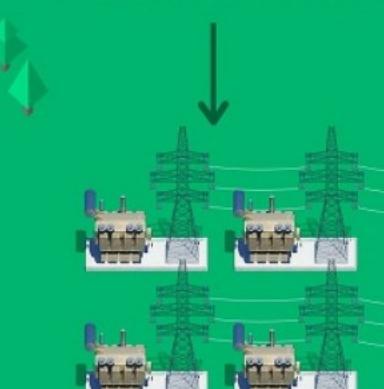
Обогащение урана

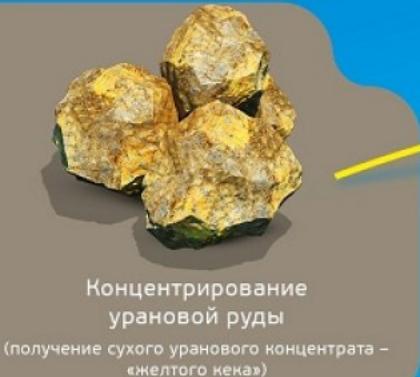


Производство ядерного топлива



Сервис и обслуживание оборудования АЭС





Очистка от примесей (аффинаж)



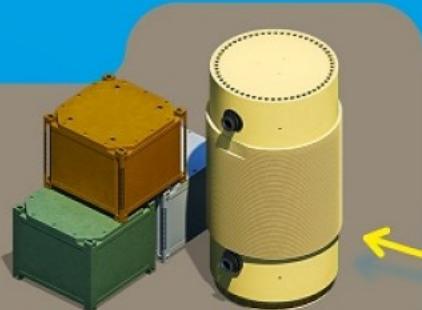
Обогащение урана



Производство ядерного топлива



Производство МОХС-топлива и РЕМИХС-топлива



Захоронение отработавшего ядерного топлива



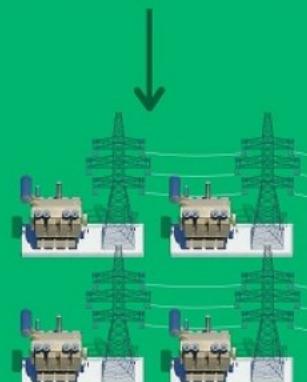
Выдержка отработавшего ядерного топлива в бассейнах и его переработка



Сервис и обслуживание оборудования АЭС



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АЭС)



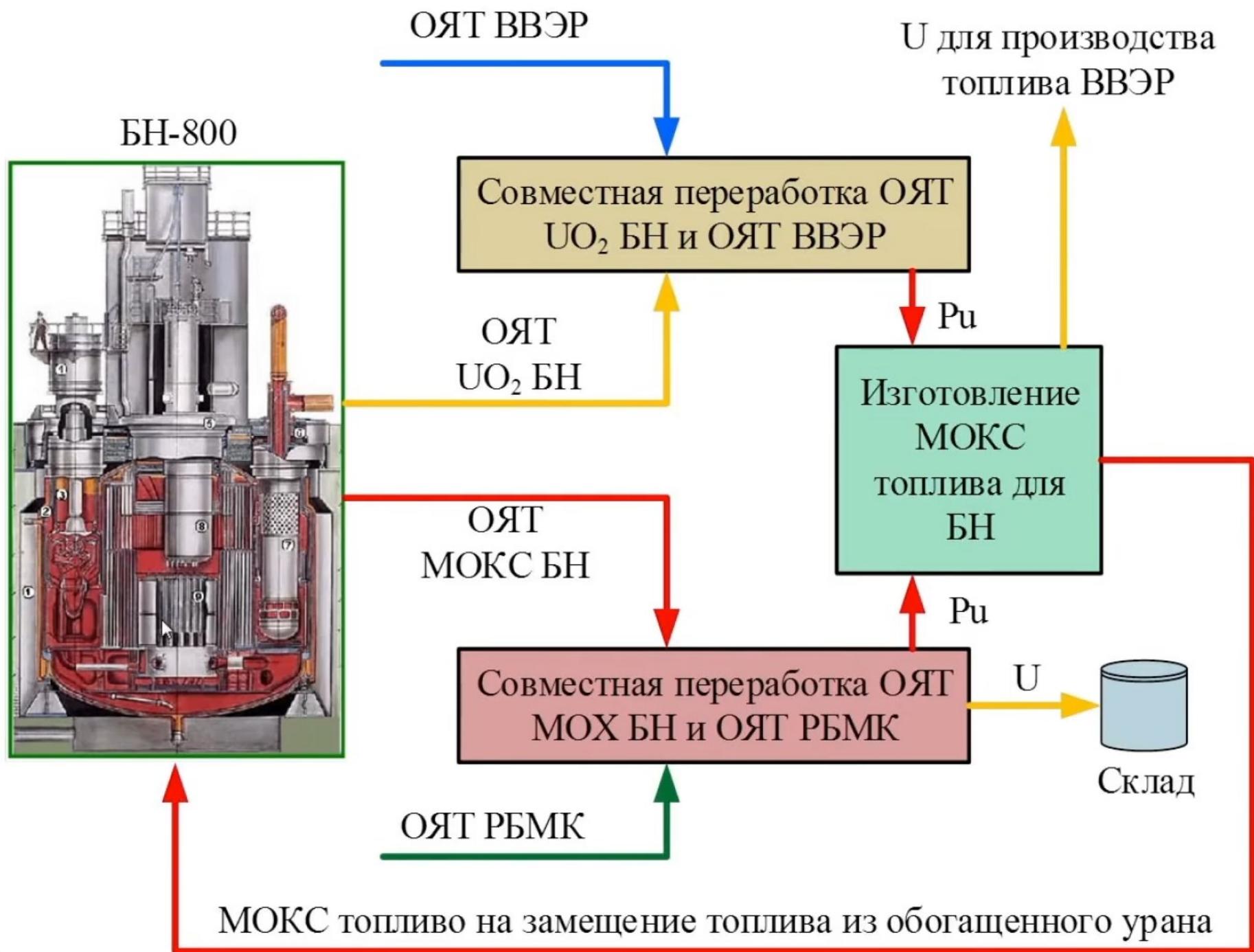
ЗАКРЫТЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ

ОТРАБОТАВШЕЕ ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО ПЕРЕРАБАТЫВАЕТСЯ И ВОЗВРАЩАЕТСЯ НА АЭС.

Он экономически выгоден, так как можно использовать уже отработавшее ядерное топливо. К тому же при нем образуется значительно меньше радиоактивных отходов, что повышает безопасность в работе с ядерными отходами.

Mixed-Oxide fuel

МОКС топливо





университет иммо
факультет
энергетики
и экотехнологий





университет иммо
факультет
энергетики
и экотехнологий

**7 НЕДОРОГОСТОЯЩАЯ
И ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ**



**8 ДОСТОЙНАЯ РАБОТА
И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
РОСТ**



**9 ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ,
ИННОВАЦИИ И
ИНФРАСТРУКТУРА**



**12 ОТВЕТСТВЕННОЕ
ПОТРЕБЛЕНИЕ
И ПРОИЗВОДСТВО**



**13 БОРЬБА
С ИЗМЕНЕНИЕМ
КЛИМАТА**



**17 ПАРТНЕРСТВО
В ИНТЕРЕСАХ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**



Ключевые цели устойчивого
развития госкорпорации
Росатом

*Источник - Росатом

23 000

тонн отработанного ЯТ





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

~180

триллионов киловатт-часов





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

~
1

триллионов киловатт-часов в год - потребление РФ



университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

180

лет



