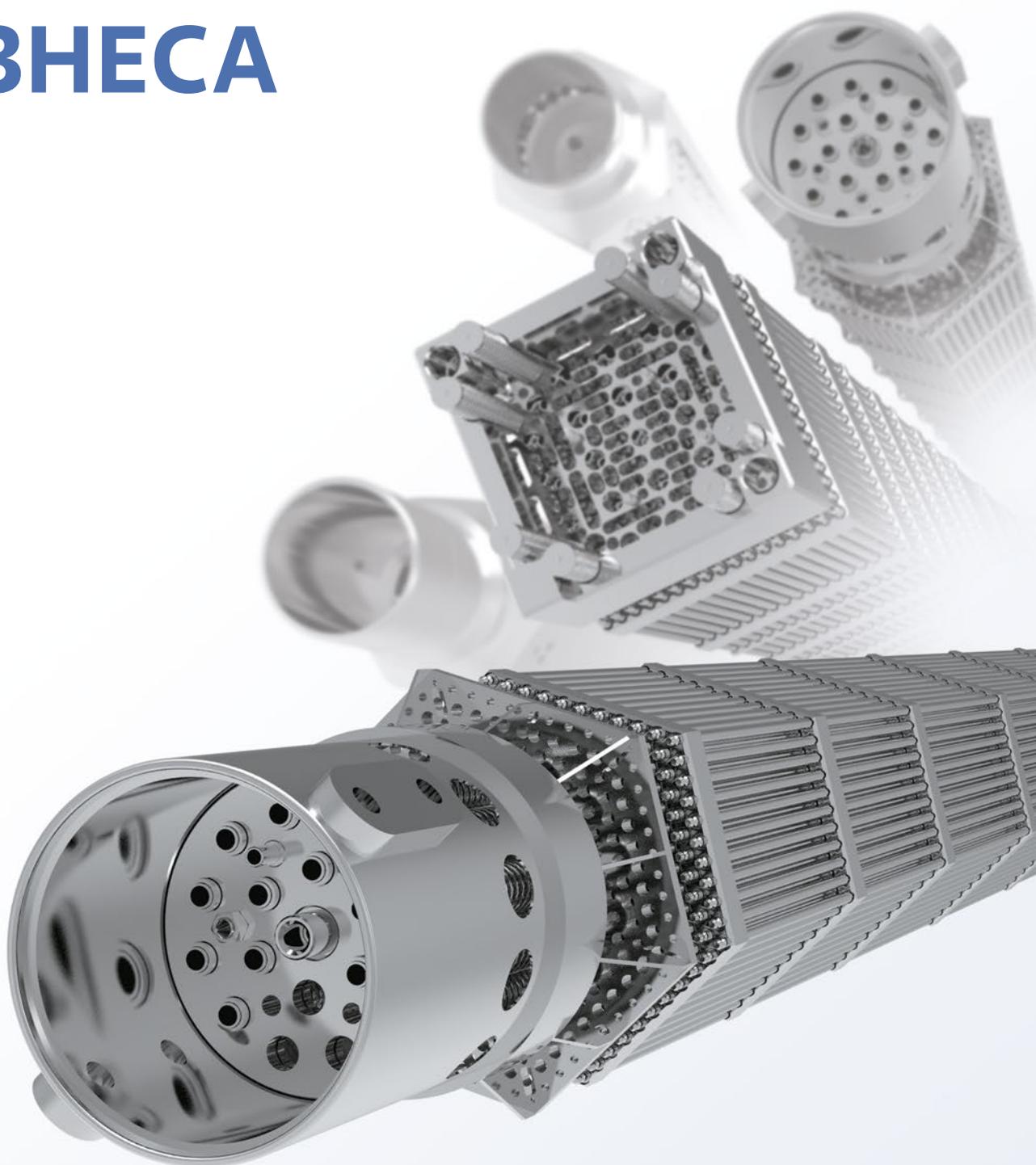




ТВЭЛ
РОСАТОМ

ЯДЕРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕСА

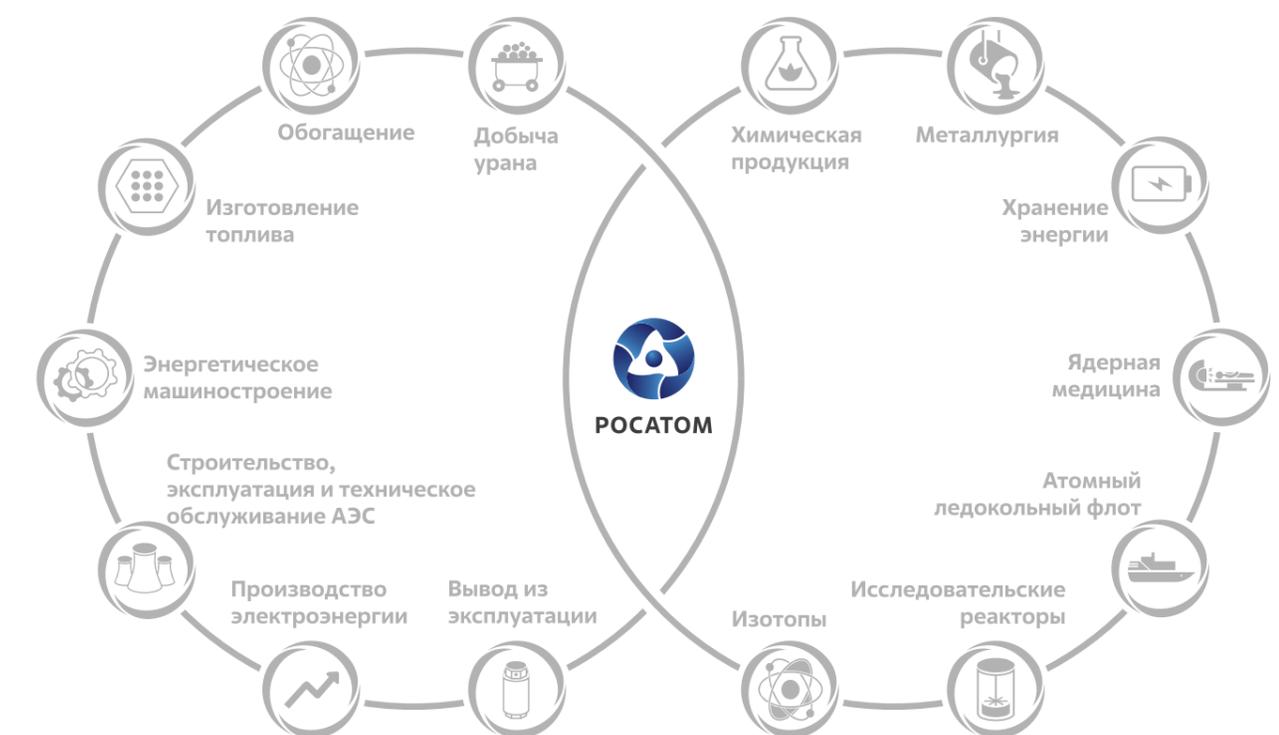


Госкорпорация «Росатом»

Госкорпорация «Росатом» — это многопрофильный холдинг, владеющий активами и компетенциями во всех звеньях производственно-технологической цепочки атомной энергетики: геологоразведка и добыча урана, конверсия и обогащение урана, фабрикация ядерного топлива, машиностроение, проектирование и строительство АЭС, генерация электрической энергии, вывод ядерных объектов из эксплуатации, обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Госкорпорация «Росатом» также развивает новые направления бизнеса за рамками основной производственно-технологической цепочки по генерации электроэнергии на АЭС большой мощности: ветроэнергетика, ядерная медицина, перспективные материалы и технологии, цифровые продукты, инфраструктурные решения, аддитивные технологии и накопители энергии, АСУ ТП и электротехника, экологические решения и др.

Корпорация объединяет более 300 предприятий и организаций, включая научные институты и единственный в мире атомный ледокольный флот. Росатом является крупнейшей генерирующей компанией России и занимает лидирующее положение на мировых рынках ядерных технологий (сооружение АЭС, услуги по обогащению урана, фабрикация ядерного топлива и др.). Глобальность корпорации характеризуется большим количеством и масштабом реализуемых проектов в иностранных государствах, высокой долей зарубежной выручки.



300

предприятий
и организаций

250 тыс.

человек работает
в госкорпорации

19,7 %

доля выработанной АЭС
электроэнергии в России

₽ 1,9 трлн

портфель по новым
продуктам

Топливная компания Росатома «ТВЭЛ»

Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» — один из крупнейших в мире производителей ядерного топлива. Топливная компания является единственным поставщиком ядерного топлива для всех российских АЭС, судовых и исследовательских реакторов России. Топливо компании «ТВЭЛ» используется АЭС в 14 странах мира — это каждый 6-й энергетический реактор, — а также в зарубежных исследовательских реакторах, построенных по отечественным технологиям.

В составе топливной компании — предприятия, специализирующиеся на производстве газовых центрифуг, конверсии и обогащении урана, фабрикации ядерного топлива, а также научно-исследовательские и конструкторские организации.

Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» активно развивает новые направления бизнеса, такие как вывод из эксплуатации различных объектов, цифровые и аддитивные технологии, металлургия, накопители энергии, оборудование для ТЭК, химическая промышленность.



10

производственных
площадок

22,8 тыс.

человек работает
в компании

17 %

мирового рынка
фабрикации
ядерного топлива

₽ 22,7 млрд

выручка по новым
продуктам в 2021 г.

ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМА «ТВЭЛ» – ЯДЕРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕСА

Основной бизнес топливной компании Росатома «ТВЭЛ» – это производство различных видов ядерного топлива для энергетических и исследовательских реакторов, а также судовых реакторных установок.

Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» производит и поставляет:

- более 1/3 потребляемой в мире обогащенной урановой продукции. Поставкой за рубеж занимается компания госкорпорации «Росатом» АО «Техснабэкспорт» под торговой маркой TENEX;
- ядерное топливо и его компоненты для всех реакторов российского дизайна, легководных реакторов западного дизайна (PWR и BWR), а также компоненты топлива для зарубежных реакторов на тяжелой воде (PHWR);
- ядерное топливо из регенерированного урана;
- ТВС собственной конструкции для реакторов зарубежного дизайна (PWR) – «ТВС-Квадрат»;
- топливо для зарубежных исследовательских реакторов.

Топливная компания «ТВЭЛ» в цифрах

>70

энергетических реакторов
в 14 странах мира

~300

отгрузок ядерного топлива
и материалов в год

17%

мирового рынка
ядерного топлива

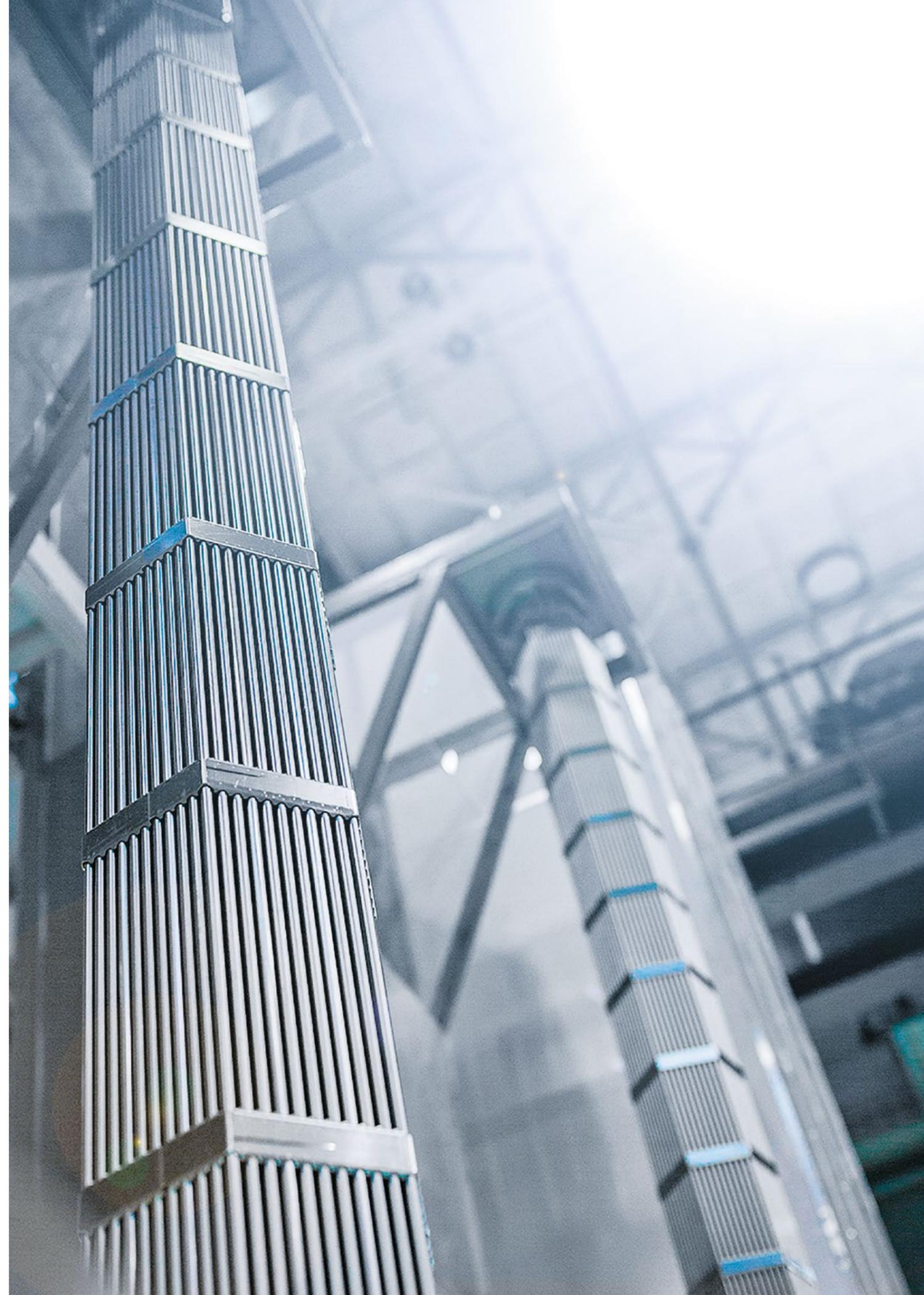
1/6

всех энергетических реакторов в мире
работает на топливе производства «ТВЭЛ»

>10

стран – импортеров ядерного топлива и его
компонентов для исследовательских реак-
торов российского и зарубежного дизайна

Фабрикация ядерного топлива



ПРЕИМУЩЕСТВА АО «ТВЭЛ»



Клиентоориентированный подход – разработка и производство топлива под запросы клиента

Гибкость технологических и коммерческих условий сотрудничества



Референтность новых видов ядерного топлива за счет эксплуатации на российских АЭС



Научно-технический кластер в контуре управления компании обеспечивает постоянное совершенствование характеристик топлива



Обеспечение маневренных режимов эксплуатации АЭС

Безупречная деловая репутация поставщика безопасного и эффективного ядерного топлива



Внедрение удлиненных топливных циклов с повышением тепловой мощности энергоблока



Подтвержденные потребителями качество и надежность продукции



Контроль качества на всех стадиях производственного цикла

Наличие в составе компании предприятий, обеспечивающих полный технологический цикл начальной стадии ЯТЦ



Постоянное совершенствование ядерного топлива, разработка и внедрение новых конструкций и модификаций тепловыделяющих сборок с улучшенными технико-экономическими показателями



Возможность комплектных поставок топливных сборок с обогащенным ураном собственного производства



Возможность изготовления компонентов ядерного топлива зарубежного дизайна, включая топливные таблетки из диоксида урана, циркониевые компоненты и другие элементы

ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМА «ТВЭЛ»



РАЗДЕЛИТЕЛЬНО-СУБЛИМАТНЫЙ КОМПЛЕКС

- АО «УЭК» (г. Новоуральск)
- АО «ПО «ЭХЗ» (г. Зеленогорск)
- АО «СХК» (г. Северск)
- АО «АЭК» (г. Ангарск)



КОМПЛЕКС ФАБРИКАЦИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

- АО «МСЗ» (г. Электросталь)
- ПАО «НЗХК» (г. Новосибирск)
- АО «ЧМЗ» (г. Глазов)



ГАЗОЦЕНТРИФУЖНЫЙ КОМПЛЕКС

- ПАО «КМЗ» (г. Ковров)
- АО «ВПО «Точмаш» (г. Владимир – Ковров)
- ООО «НПО «Центротех» (г. Новоуральск)



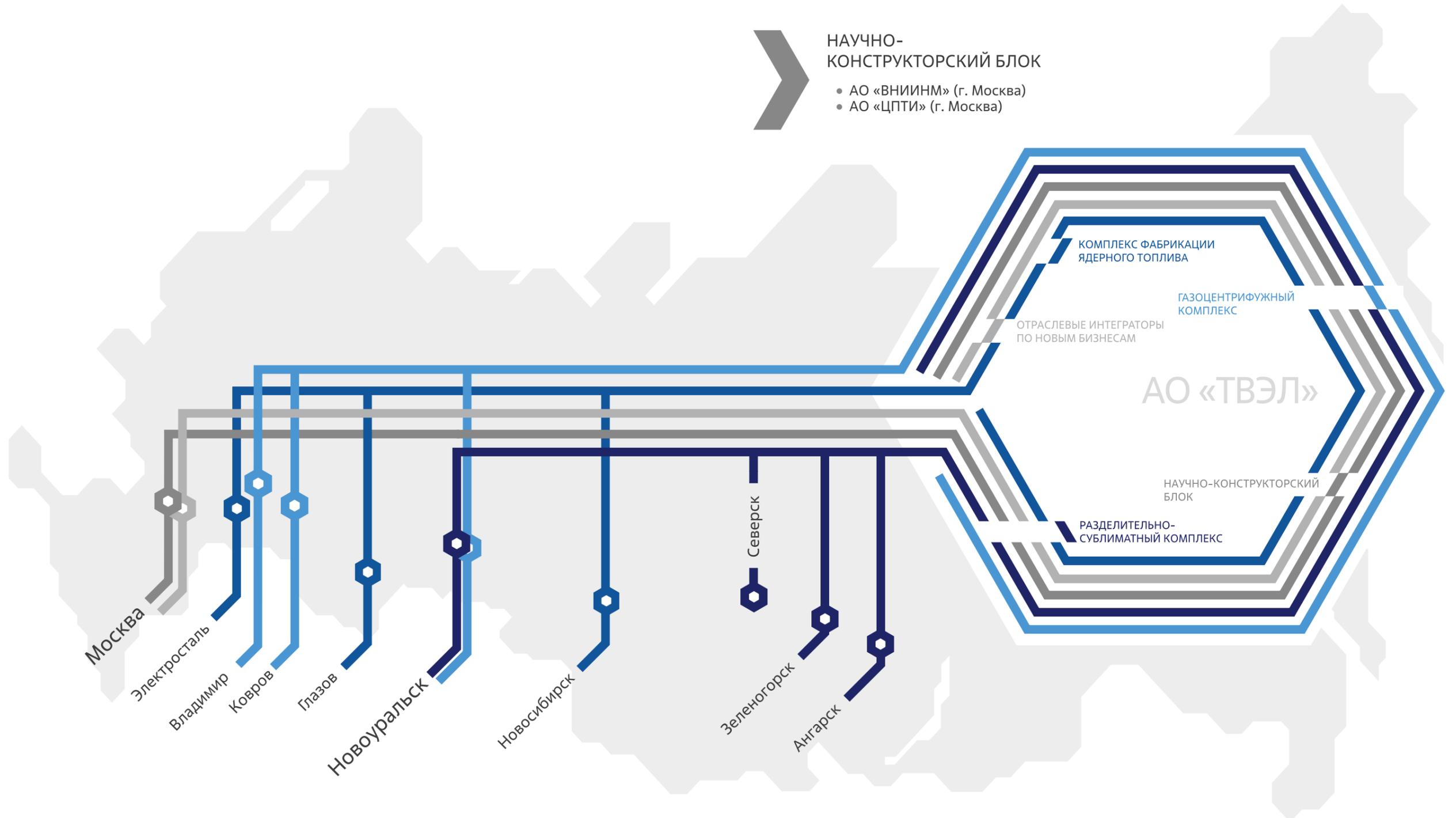
ОТРАСЛЕВЫЕ ИНТЕГРАТОРЫ ПО НОВЫМ БИЗНЕСАМ

- ООО «Русатом МеталлТех» (г. Москва) – «Металлургия»
- ООО «РусАТ» (г. Москва) – «Аддитивные технологии»
- ООО «РЭНЕРА» (г. Москва) – «Накопители энергии»
- ООО «РусВэллГруп» (г. Москва) – «Продукты и услуги для нефтегазовой отрасли»

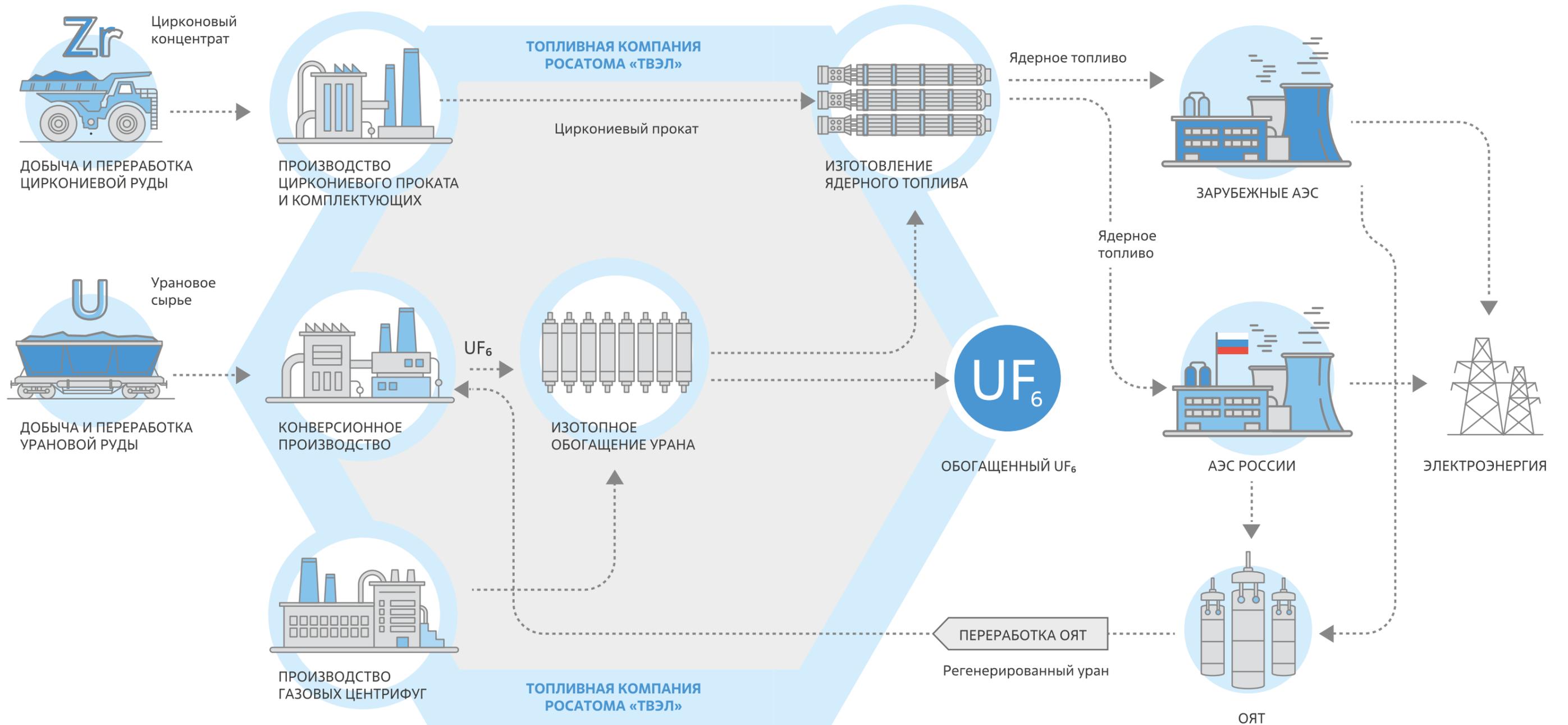


НАУЧНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ БЛОК

- АО «ВНИИНМ» (г. Москва)
- АО «ЦПТИ» (г. Москва)



МЕСТО ТОПЛИВНОЙ КОМПАНИИ В ЯДЕРНОМ ТОПЛИВНОМ ЦИКЛЕ



КАРТА ПОСТАВОК ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА



Энергетические
реакторы



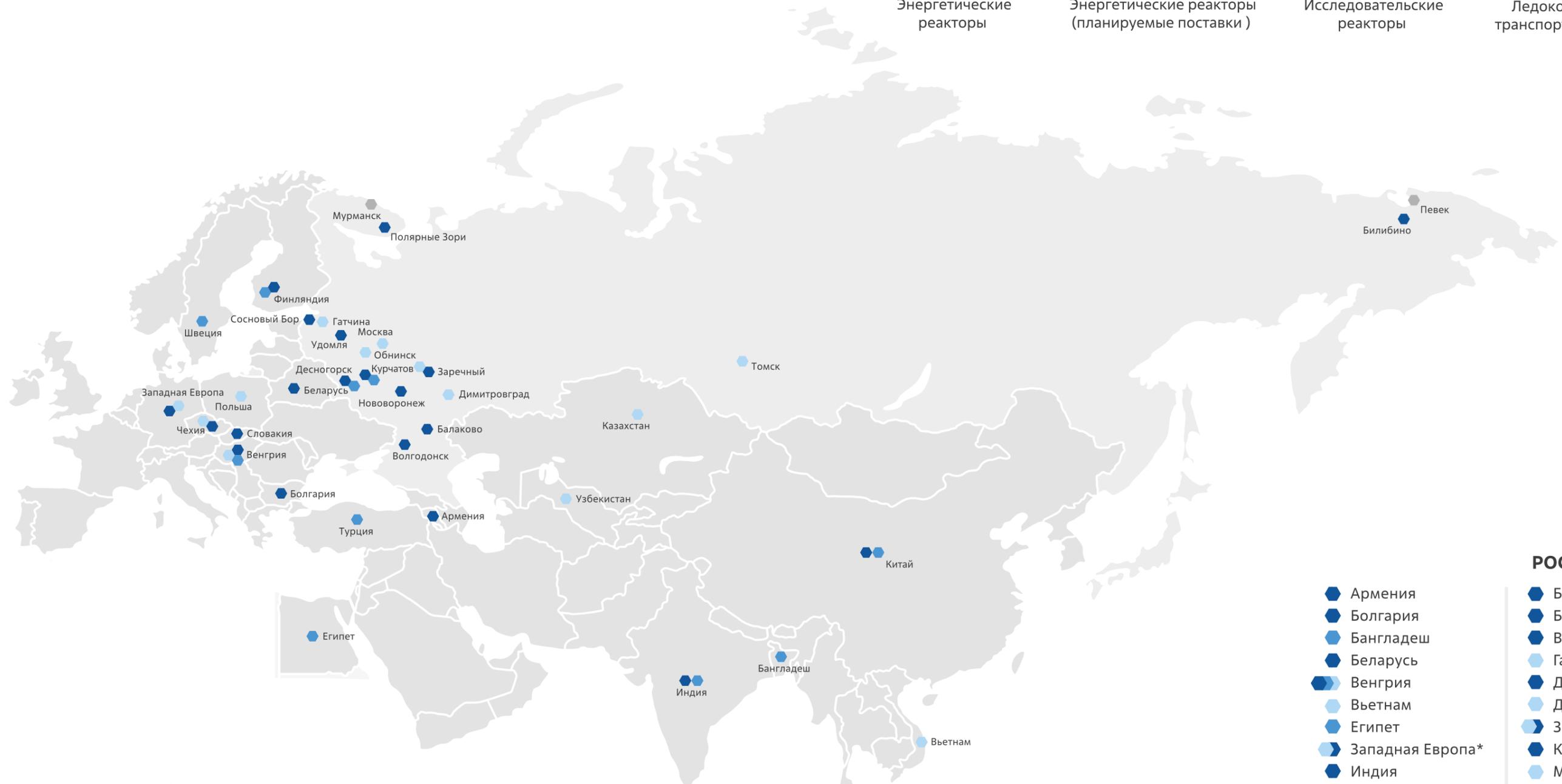
Энергетические реакторы
(планируемые поставки)



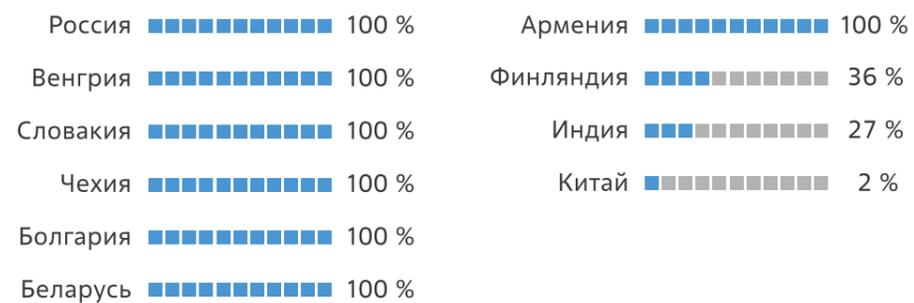
Исследовательские
реакторы



Ледокольный флот,
транспортные реакторы



ДОЛЯ МОЩНОСТЕЙ АЭС, ОБЕСПЕЧЕННЫХ ТОПЛИВОМ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА



РОССИЯ

- Армения
- Балаково
- Болгария
- Билибино
- Бангладеш
- Волгодонск
- Беларусь
- Гатчина
- Венгрия
- Десногорск
- Вьетнам
- Димитровград
- Египет
- Заречный
- Западная Европа*
- Курчатова
- Индия
- Москва
- Казахстан
- Мурманск
- Китай
- Новovoronezh
- Польша
- Обнинск
- Словакия
- Певек
- Турция
- Полярные Зори
- Узбекистан
- Сосновый Бор
- Финляндия
- Томск
- Чехия
- Удомля
- Швеция

* Поставки в кооперации с Framatome и поставки на исследовательский реактор зарубежного дизайна

ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Топливная компания «ТВЭЛ» производит ядерное топливо для всех типов энергетических реакторов российского дизайна: ВВЭР-440, ВВЭР-1000, ВВЭР-1200 поколения 3+, РБМК, БН-600 и БН-800, полностью обеспечивая работу АЭС России и ряда зарубежных стран.

Топливо для реакторов ВВЭР-1000

ВВЭР-1000 ТВС-2М	Геометрия	ВВЭР-1000 ТВСА-12 PLUS
Гексагональная		Гексагональная
312	Количество тепловыделяющих элементов	312
19	Количество каналов	19
4570	Высота, мм	4570
235,1 max	Размер «под ключ», мм	235,1 max
9,1	Наружный диаметр топливного элемента, мм	9,1
9–12	Высота топливной таблетки, мм	9–12
7,60	Наружный диаметр топливной таблетки, мм	7,60
10,55	Плотность топлива, средняя, г/см ³	10,55
44,8	Максимальная линейная мощность твэла, кВт/м	44,8
Zr-1 % Nb	Материал оболочки	Zr – 1 % Nb
0,685	Толщина оболочки, мм	0,685
Zr – 1 % Nb	Материал дистанционирующей решетки	Zr – 1 % Nb
68	Максимальное выгорание в ТВС, МВт-сут/кгU	68
3680	Высота топливного столба, мм	3680
527	Масса UO ₂ , кг	527

Современное топливо для реакторов ВВЭР-1000 позволяет потребителям снизить топливную составляющую себестоимости электроэнергии на 2–4 % и повысить технико-экономические характеристики АЭС за счет увеличения длительности эксплуатации и внедрения удлиненных топливных циклов.

ВВЭР-1000 ТВСА-12	
Геометрия	Гексагональная
Количество тепловыделяющих элементов	312
Количество каналов	19
Высота, мм	4570
Размер «под ключ», мм	235,1 max
Наружный диаметр топливного элемента, мм	9,1
Высота топливной таблетки, мм	9–12
Наружный диаметр топливной таблетки, мм	7,80
Плотность топлива средняя, г/см ³	10,55
Максимальная линейная мощность твэла, кВт/м	44,8
Материал оболочки	Zr – 1 % Nb
Толщина оболочки, мм	0,585
Материал дистанционирующей решетки	Zr – 1 % Nb
Максимальное выгорание в ТВС, МВт-сут/кгU	65
Высота топливного столба, мм	3530
Масса UO ₂ , кг	545

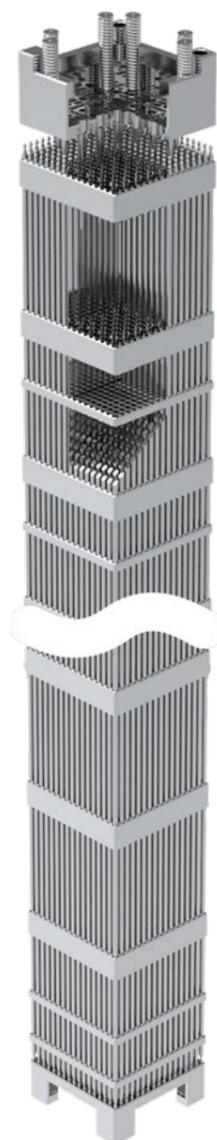
TVSK ДЛЯ РЕАКТОРОВ PWR

TVSK — полноценное независимое предложение топливной компании «ТВЭЛ» для реакторов PWR

Топливо ТВС-2006 для реакторов ВВЭР-1200 поколения 3+

Топливо для реакторов ВВЭР-1200 с повышенным уровнем ураноемкости твэла, работает в более жестких по сравнению с ВВЭР-1000 условиях (температура, давление, паросодержание) и обеспечивает эксплуатацию в гибких топливных циклах различной длительности с возможностью маневрирования мощностью блока в диапазоне 100–40–100 % N_{nom} .

TVSK-12	Геометрия	TVSK-14
Квадрат 17 x 17		Квадрат 17 x 17
264	Количество тепловыделяющих элементов	265
24 + 1	Количество направляющих каналов	24
4100	Габаритная высота, мм	4850
214	Размер «под ключ», мм	214
3852	Высота топливного элемента, мм	4550
9,5	Наружный диаметр топливного элемента, мм	9,5
10–11	Высота топливной таблетки, мм	10–11
8,19	Наружный диаметр топливной таблетки, мм	8,19
10,55	Плотность топлива, средняя, г/см ³	10,55
Zr – 1 % Nb	Материал оболочки	Zr – 1 % Nb
0,585	Толщина оболочки, мм	0,585
Zr – 1 % Nb	Материал дистанционирующей решетки	Zr – 1 % Nb
> 60	Среднее выгорание по выгружаемым ТВС, МВт·сут/кгU	> 52
69,6	Максимальное выгорание в ТВС, МВт·сут/кгU	54
3660	Высота топливного столба, мм	4200
527,5	Масса UO ₂ , кг	607,6



ТВС ВВЭР-1200	
Геометрия	Гексагональная
Количество тепловыделяющих элементов	312
Количество каналов	19
Высота, мм	4570
Размер «под ключ», мм	235,1 max
Наружный диаметр топливного элемента, мм	9,1
Высота топливной таблетки, мм	9–12
Наружный диаметр топливной таблетки, мм	7,60
Плотность топлива, средняя, г/см ³	10,55
Максимальная линейная мощность твэла, кВт/м	42
Материал оболочки	Zr – 1 % Nb
Толщина оболочки, мм	0,685
Материал дистанционирующей решетки	Zr – 1 % Nb
Максимальное выгорание в ТВС, МВт·сут/кгU	70
Высота топливного столба, мм	3730
Масса UO ₂ , кг	534



СОВРЕМЕННОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР-440

За счет использования усовершенствованного топлива АЭС с реакторами ВВЭР-440 показывают максимальную экономическую эффективность

Новые виды ядерного топлива второго и третьего поколений для реакторов ВВЭР-440 позволяют внедрить на АЭС 5–6-годовые топливные циклы с повышением тепловой мощности.

ВВЭР-440 РК-2		ВВЭР-440 РК-3
Рабочая кассета 2-го поколения		Рабочая кассета 3-го поколения
Гексагональная	Геометрия	Гексагональная
126	Количество тепловыделяющих элементов	126
3217	Высота, мм	3221
145	Размер «под ключ», мм	145
2601,5	Длина топливного элемента, мм	2605,1
9,1/8,9 *	Наружный диаметр топливного элемента, мм	9,1
9–12	Высота топливной таблетки, мм	9–12
7,60	Наружный диаметр топливной таблетки, мм	7,80
10,55	Плотность топлива средняя, г/см ³	10,55
32,5	Максимальная линейная мощность твэла, кВт/м	32,5
Zr – 1 % Nb	Материал оболочки	Zr – 1 % Nb
0,65/0,585 *	Толщина оболочки, мм	0,585
Zr – 1 % Nb	Материал дистанционирующей решетки	Zr – 1 % Nb
51	Среднее выгорание по выгружаемым ТВС, МВт-сут/кгU	62
57	Максимальное выгорание в ТВС, МВт-сут/кгU	67

* кассеты с ОВУО

Ядерное топливо для БН-600, БН-800

Реакторы на быстрых нейтронах (БН-600, БН-800) – уникальная технология, которая открывает возможность реализации концепции замкнутого ядерного топливного цикла.

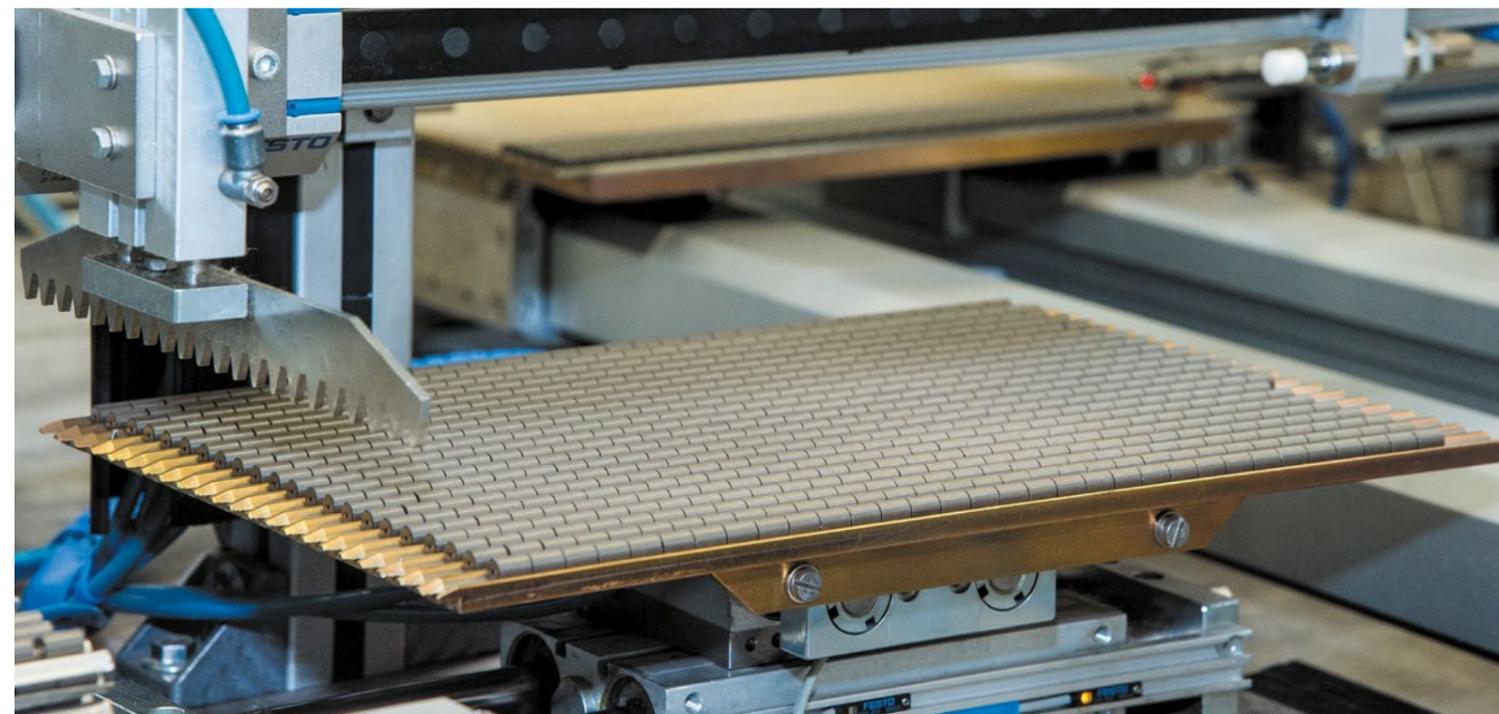
В настоящее время АО «МСЗ» изготавливает оксидное урановое топливо для активной зоны реактора БН-600. С 2020 года АО «МСЗ» поставляет модернизированное топливо для активной зоны реактора БН-600 с оболочками твэлов из стали ЭК164. Выполняемый в настоящее время комплекс работ по обоснованию эксплуатационных характеристик топлива позволит существенно увеличить длительность топливной кампании ТВС в реакторе БН-600.

В настоящее время на ФГУП «ГХК» изготавливается МОКС-топливо для реактора БН-800. В 2020 году была изготовлена и поставлена на Белоярскую АЭС первая партия МОКС-ТВС для полной перегрузки активной зоны реактора. С 2022 года осуществлен полный переход активной зоны реактора БН-800 на МОКС-топливо.

В АО «МСЗ» также изготавливается оксидное урановое топливо для активной зоны первого китайского реактора на быстрых нейтронах CFR-600. В 2022 году начались поставки топлива для CFR-600.

Таблица характеристик топлива для реакторов на быстрых нейтронах.

Характеристика	БН-600	БН-800
Геометрия	Гексагональная	Гексагональная
Вид топлива	Диоксид урана	Диоксид урана и плутония
Материал оболочки	ЭК164	ЧС68
Высота, мм	3500	3500
Размер «под ключ», мм	96	96
Кампания ТВС, эфф. сут.	592	465
Максимальное выгорание, % т.а.	11,8	9,4
Максимальная повреждающая доза, сна	87	85
Среднее выгорание, МВт-сут/кг	74	62



НОВЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

«ТВЭЛ» разрабатывает инновационные виды ядерного топлива, которые позволят достичь нового уровня безопасности работы АЭС и обеспечить экономичные режимы использования сырья.

Толерантное топливо

Топливо нового поколения безопасности с повышенной устойчивостью к авариям с потерей теплоносителя. Основная концепция толерантного топлива – исключение пароциркониевой реакции, которая возникает в случае значительного повышения температуры циркониевых оболочек тепловыделяющих элементов. «ТВЭЛ» ведет работу по созданию толерантного топлива как для ВВЭР, так и для реакторов западного дизайна. Рассматриваются несколько вариантов решения этой задачи с применением новых топливных и конструкционных материалов.

МОКС-топливо

Смешанное оксидное уран-плутониевое топливо производится с применением в качестве делящегося материала плутония, выделенного из ОЯТ, что позволяет расширить сырьевую базу атомной энергетики и сократить объем образования ядерных отходов. Топливная компания «ТВЭЛ» является координатором реализации проекта по освоению промышленного производства МОКС-топлива для реактора БН-800 в ФГУП «ГХК». В настоящее время начато серийное производство МОКС-топлива для реактора БН-800.

РЕМИКС-топливо

Инновационное топливо для реакторов ВВЭР из смеси регенерированного урана и плутония.

Его применение позволит снизить потребление природного урана в топливном цикле. Топливо разработано, проходит опытную эксплуатацию.

Смешанное уран-плутониевое нитридное топливо (СНУП)

Разрабатывается в рамках отраслевого проекта «Прорыв», реализуемого с целью демонстрации возможности создания пристанционного замкнутого ядерного топливного цикла.

На площадке АО «СХК» строится опытно-демонстрационный энергокомплекс с реактором БРЕСТ-ОД-300 и производствами по фабрикации и переработке СНУП-топлива.

В 2020–21 годах изготовлены на АО «СХК» и поставлены для испытаний в реактор БН-600 шесть экспериментальных ТВС со СНУП-топливом для обоснования работоспособности ядерного топлива реактора БРЕСТ-ОД-300.

Всего с 2014 года в АО «СХК» изготовлено более 20 экспериментальных ТВС для обоснования работоспособности твэлов перспективных реакторов БН-1200 и БРЕСТ-ОД-300.

Ядерное топливо для исследовательских реакторов

Исследовательские реакторы предназначены для проведения научных экспериментов в области материаловедения, фундаментальной физики, радиационной биологии и промышленной наработки радиоизотопной продукции.

Топливная компания «ТВЭЛ» обеспечивает топливом действующие исследовательские реакторы России и все зарубежные исследовательские реакторы, построенные по российским проектам.

Кроме того, топливная компания «ТВЭЛ» освоила производство топлива для ряда исследовательских реакторов зарубежного дизайна.



Ядерное топливо для ледоколов и ПАТЭС

Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом.

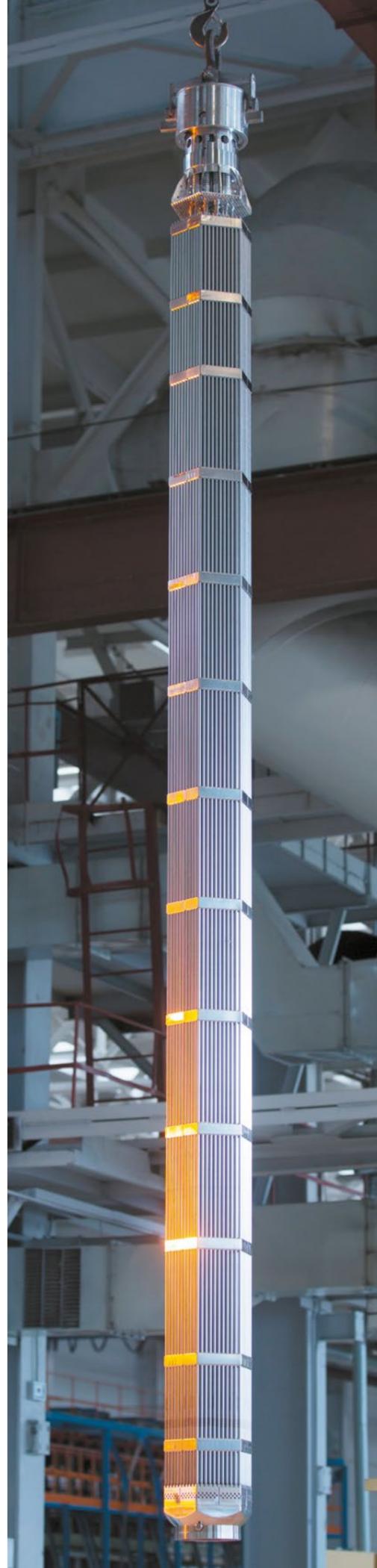
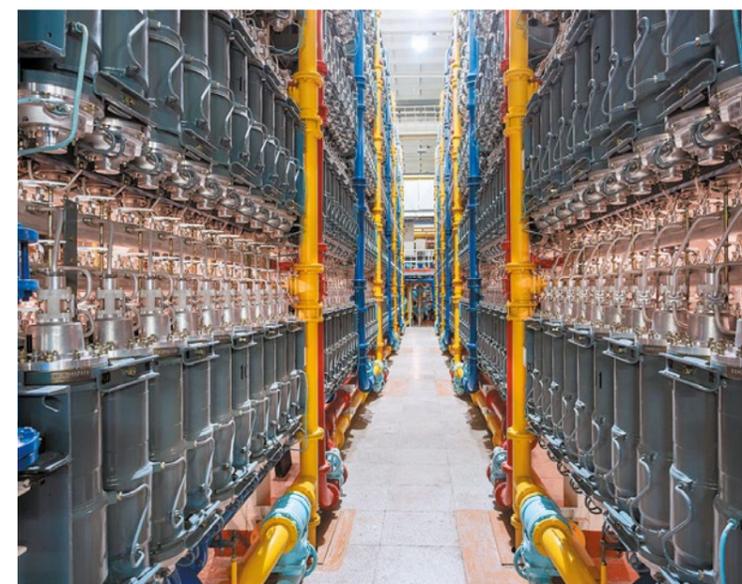
Топливная компания «ТВЭЛ» обеспечивает топливом все суда атомного ледокольного флота: ледоколы «Таймыр», «Вайгач», «Ямал», «50 лет Победы», «Сибирь», атомный лихтеровоз-контейнеровоз «Севморпуть», и универсальный атомный ледокол нового поколения «Арктика». Изготовлено топливо для строящихся атомных ледоколов «Урал», «Якутия», «Чукотка» и др. Введена в эксплуатацию первая в мире плавучая атомная электростанция (ПАТЭС) «Академик Ломоносов» с двумя реакторными установками КТЛ-40С, работающими на топливе «ТВЭЛ».



Конверсия и обогащение урана

На долю предприятий топливной компании «ТВЭЛ» приходится более трети мировых мощностей по конверсии и обогащению урана. Предприятия топливной компании «ТВЭЛ» осуществляют полный технологический цикл конверсии и обогащения урана.

В состав топливной компании «ТВЭЛ» входят крупнейшие в мире предприятия разделительно-сублиматного комплекса, использующие передовой газоцентрифужный метод разделения изотопов урана.



КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

«ТВЭЛ» предлагает зарубежным заказчикам широкую номенклатуру продукции для реакторов зарубежного дизайна.

В частности, это продукция из циркониевых сплавов (Zircaloy-2, Zirconium – 2,5 % Nb и др.) для реакторов типа PWR, BWR и PHWR и атомных станций малой мощности. Циркониевые компоненты производятся на одном из предприятий топливной компании «ТВЭЛ» — Чепецком механическом заводе (АО «ЧМЗ»; г. Глазов, Удмуртская Республика), который входит в тройку крупнейших в мире производителей продукции из циркония и его сплавов.

«ТВЭЛ» предлагает своим партнерам порошок диоксида урана и готовые топливные таблетки для последующей фабрикации топлива для энергетических реакторов. Урановые компоненты ядерного топлива производятся на двух заводах в составе топливной компании «ТВЭЛ», которые входят в число крупнейших предприятий в мире по фабрикации ядерного топлива, — Машиностроительном заводе (АО «МСЗ»; г. Электросталь, Московская область) и Новосибирском заводе химконцентратов (ПАО «НЗХК», г. Новосибирск).

Для исследовательских реакторов зарубежного дизайна может быть реализовано как полное топливообеспечение, так и компонентное, в т. ч. поставки соединений урана (закиси-окиси урана U_3O_8 , диоксида урана UO_2), металлического урана, урановых сплавов (силицида урана U_3Si_2 , сплава уран-молибденового UMo , сплава уран-алюминиевого UAl), а также различной алюминиевой продукции.

Топливная компания — один из двух производителей в мире металлического урана высокого обогащения для нужд исследовательских реакторов. Также производятся и поставляются урановые соединения обогащением до 20 % по U-235 для изготовления топлива для исследовательских реакторов на НОУ-топливе.

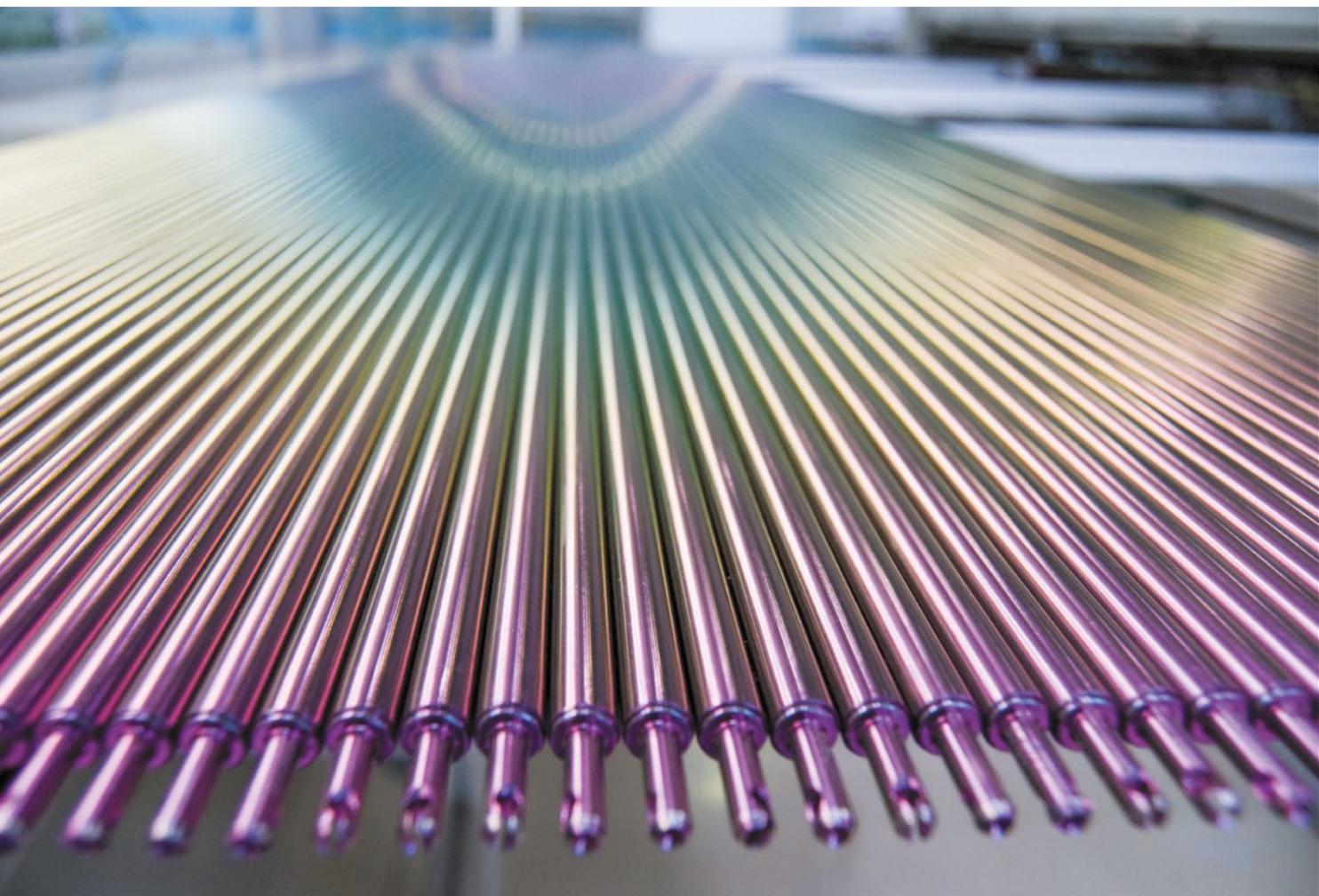
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

ISO 9001:2015

Ежегодно АО «ТВЭЛ» проводит оценку удовлетворенности своих заказчиков, осуществляемую в соответствии с процедурой «Оценка удовлетворенности потребителя», разработанной на основании требований стандарта ISO 9001:2015.

АО «ТВЭЛ» и дочерние общества сертифицированы на соответствие ISO 9001:2015 в международном органе по сертификации TÜV Thüringen. Система охватывает полный цикл оценки качества проектирования, разработки, производства, хранения, поставки и научно-технической поддержки обращения с ТВС, а также использования комплектующих.

В АО «ТВЭЛ» и ряде обществ топливной компании, внедрен американский стандарт ASME NQA-1-2015 и другие национальные требования в области использования атомной энергии, проведена оценка соответствия АО «ТВЭЛ» и дочерних обществ американским требованиям, результаты признаны положительными со стороны потребителя.



- Топливная компания «ТВЭЛ» обеспечивает высокий уровень качества поставляемой продукции.
- Контроль качества осуществляется на всех этапах производственного цикла.
- Регулярно проводятся аудиты менеджмента качества заводов — изготовителей продукции и разработчиков.
- «ТВЭЛ» постоянно работает над повышением качества продукции, проект «Нулевой уровень отказа» реализуется с участием АЭС Чехии, Украины, Болгарии и России.



СБАЛАНСИРОВАННЫЙ ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ

«Сбалансированный ядерный топливный цикл» («Сбалансированный ЯТЦ») – новое продуктовое направление госкорпорации «Росатом», которое позволяет организовать комплексное эффективное обращение с отработавшим ядерным топливом и продуктами его переработки.

В настоящее время наша компания единственная в мире может предложить полную линейку услуг на всем жизненном цикле атомной энергетики: от добычи урана, его обогащения и изготовления ядерного топлива до вывода АЭС из эксплуатации и переработки ОЯТ.

Одним из направлений, отвечающих современным мировым тенденциям, является продуктовое направление «Сбалансированный ядерный топливный цикл», которое направлено на создание технологий эффективной переработки отработавшего ядерного топлива с извлечением различных групп элементов для обеспечения рационального обращения с продуктами переработки.



Сбалансированный ЯТЦ выбирают, чтобы:

- минимизировать объем и степень опасности отходов, подлежащих окончательной изоляции в пункте геологического захоронения, а в некоторых случаях исключить необходимость сооружения такого пункта;
- максимально использовать энергетический потенциал ядерных материалов за счет их рециклирования;
- оптимизировать затраты на ядерный топливный цикл;
- обеспечить устойчивую модель производства и потребления за счет окончательного решения проблемы накопления ОЯТ.

Компоненты сбалансированного ЯТЦ – индивидуальное предложение для каждого клиента на основе референтных унифицированных решений



Переработка ОЯТ с фракционированием ВАО

- Радиохимическая переработка ОЯТ с выделением регенерированного урана и плутония.
- Фракционирование ВАО с выделением короткоживущей фракции (КФ ВАО), возврат КФ ВАО заказчику.
- Технологическое хранение долгоживущей фракции (ДФ ВАО), временно невостребованных регенерированных ядерных материалов с возможностью их последующего использования и трансмутации.



Системы длительного хранения ОЯТ и ВАО

- Создание на территории страны заказчика инфраструктуры для временного хранения ОЯТ, длительного хранения и/или окончательной изоляции КФ ВАО.
- Транспортировка ОЯТ на переработку в РФ.
- Временное технологическое хранение в РФ ОЯТ до его переработки и КФ ВАО до ее возврата заказчику.



Уран-плутониевое топливо

- Производство и поставка топлива на основе регенерированного урана и плутония.
- Обеспечение максимального рециклирования ядерных материалов в существующих реакторах.



Дожигание минорных актинидов в быстрых реакторах

- Выделение из растворов ВАО америция, нептуния, кюрия.
- Фабрикация АВЭЛ, позволяющих разместить минорные актиниды в активной зоне реактора.
- Облучение АВЭЛ в быстрых реакторах.
- Переработка АВЭЛ с кондиционированием ВАО.

Примеры гибкости сбалансированного ЯТЦ

Позволяет разным категориям клиентов получить именно тот набор решений, который удовлетворит его конкретные потребности.

Действующие АЭС с ограничениями на модернизацию

Строительство первой АЭС в стране

Сворачивание атомной энергетики

Активное развитие атомной энергетики



Переработка ОЯТ с фракционированием ВАО

Переработка ОЯТ с фракционированием ВАО является ключевым элементом замкнутого ЯТЦ, позволяющим извлекать из ОЯТ и использовать полезные материалы, минимизировать количество РАО и изолировать их максимально безопасно и эффективно.

300 000 лет

Минимальный срок снижения радиоактивности ОЯТ до уровня урановой руды, если захоранивать ОЯТ без переработки

300 лет

Время снижения радиоактивности «короткоживущей» фракции ВАО, после переработки ОЯТ (реализовано в СБЯТЦ), до уровня урановой руды

30 лет

Ожидаемое время выдержки отвержденной «короткоживущей» фракции ВАО перед отправкой заказчику для последующего захоронения

В 5 раз

Объем кондиционированных ВАО, содержащих только «короткоживущую» фракцию (реализовано в СБЯТЦ), меньше объема ВАО, включающего все продукты деления после переработки ОЯТ

Фракции при переработке ОЯТ:

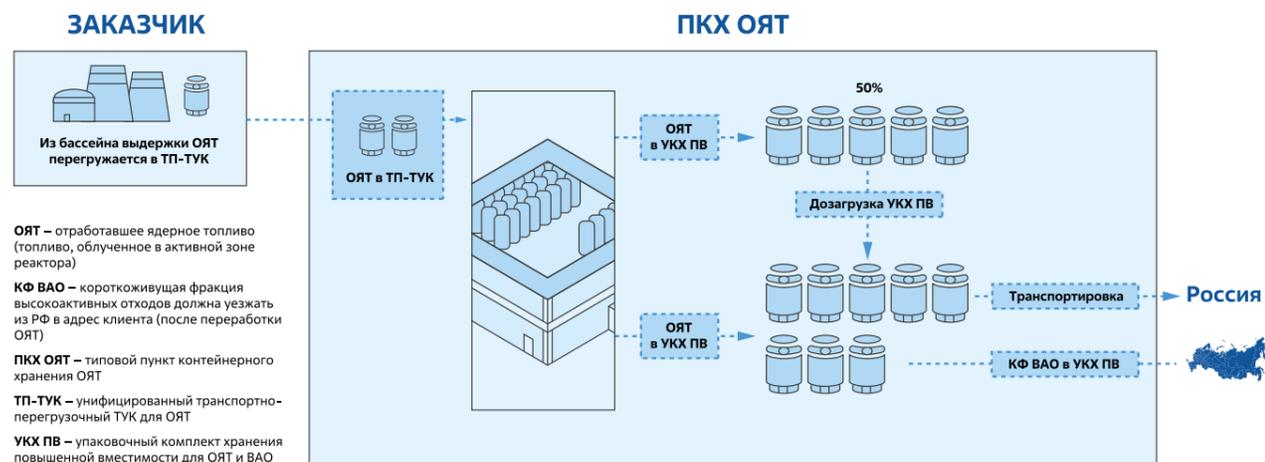
- Уран ~ **96 %**
- Короткоживущая фракция (высокоактивные Cs, Sr) ~ **2,5 %**
- Плутоний ~ **1,2 %**
- Прочие продукты деления (Zr, Al, Cr, Ni, Fe, Pb,...) **0,15 %**
- Фракция минорных актинидов: Am **0,035 %**, Np **0,05 %**, Cm **0,006 %**



Системы длительного хранения ОЯТ и ВАО

Решения госкорпорации «Росатом» в вопросах транспортирования и длительного хранения ОЯТ и ВАО:

- готовят к краткосрочному хранению и транспортированию ОЯТ на предприятие по переработке;
- обеспечивают длительное хранение ОЯТ в стране заказчика;
- не требуют изменений в случае принятия решения о направлении ОЯТ на переработку – инфраструктура предприятий госкорпорации «Росатом» позволяет эффективно решать вопросы, связанные с обращением с образующимися ВАО;
- способствуют унификации: одни и те же упаковки контейнерного хранения могут быть использованы для долговременного хранения ОЯТ в стране заказчика, транспортировки ОЯТ в РФ, возврата, хранения и/или окончательной изоляции короткоживущей фракции в стране заказчика.



Уран-плутониевое топливо

Уран и плутоний – ядерные материалы, извлекаемые из ОЯТ, которые имеют значительный энергетический потенциал. Их эффективное применение является важной задачей с точки зрения ответственного потребления ресурсов и экологической безопасности.

Уран-плутониевое топливо для реакторов на тепловых нейтронах – наиболее современная и перспективная разработка в мире. Российское уран-плутониевое топливо предполагает возможность загрузки 100 % активной зоны и многократный рецикл ядерных материалов. Эффективность использования сырья переходит на новый, ранее недоступный уровень.

Госкорпорация «Росатом» – высокотехнологическая компания, владеющая прорывными решениями и предоставляющая гибкие условия использования продуктов переработки ОЯТ: либо они загружаются в АЭС заказчика, либо вовлекаются в российский топливный цикл.

Госкорпорация «Росатом» предлагает широкий спектр решений для обращения с этими материалами:

- очистка и обогащение регенерированного урана с последующим использованием его для производства стандартного уранового топлива для легководных реакторов (ВВЭР, PWR, BWR);
- использование регенерированного урана и плутония в составе РЕМИКС-топлива для легководных реакторов;
- использование плутония, извлеченного из ОЯТ, в МОКС-топливе и ШУП-топливе, состоящих из оксидов или нитридов плутония и обедненного урана, с последующим применением этого топлива в быстрых реакторах;
- содействие в лицензировании легководных реакторов для работы с топливом из регенерированного урана и плутоний-содержащим топливом;
- формирование совместно с заказчиками новых топливных циклов в зависимости от выбранного сырья.

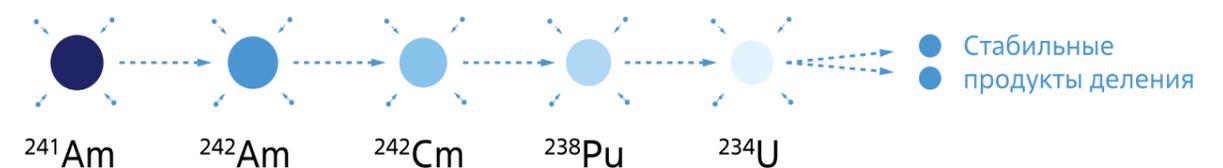


Дожигание минорных актинидов в быстрых реакторах

Минорные актиниды: америций (Am), нептуний (Np), кюрий (Cm) – продукты деления урана и плутония. Их суммарное содержание в ОЯТ составляет менее 1 %

Госкорпорация «Росатом» предлагает утилизировать минорные актиниды путем их облучения в быстрых реакторах. Эксплуатируемые, сооружаемые и проектируемые госкорпорацией «Росатом» реакторы позволяют проводить трансмутацию (дожигание) минорных актинидов в промышленном масштабе.

Сейчас госкорпорация «Росатом» – единственная в мире организация, которая предлагает дожигание минорных актинидов в быстрых реакторах, вовлекая их в производство ядерного топлива. Данный элемент комплексного предложения госкорпорации может превратить ядерный топливный цикл заказчиков в по-настоящему ответственный и соответствующий целям в области устойчивого развития ООН.



0,2 кг

америция содержится в 1 т ОЯТ после 10 лет выдержки (после выгрузки из реактора)

До 24 кг

америция в год может выжигать реактор БН-800

В 10 раз

уменьшается количество РАО, направляемых на захоронение, при фракционировании ВАО и трансмутации минорных актинидов

ПРОЕКТ «ПРОРЫВ»



В рамках проекта «Прорыв» создается новая технологическая платформа атомной отрасли, не имеющая аналогов в мире.

Проект «Прорыв» – один из главных инновационных проектов в мировой атомной энергетике, реализуемых в России. Он предусматривает создание новой технологической платформы атомной отрасли на базе замкнутого ядерного топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Такая технология позволит исключить тяжелые аварии на АЭС, вырабатывать электроэнергию без накопления облученного ядерного топлива и многократно повторно использовать отработавшее ядерное топливо, что снимет проблему ограниченности ресурсной базы атомной энергетике.

В рамках проекта «Прорыв» на площадке Сибирского химического комбината (АО «СХК», предприятие топливной компании Росатома «ТВЭЛ») создается опытно-демонстрационный энергокомплекс (ОДЭК), который позволит отработать технологии и продемонстрировать замыкание ядерного топливного цикла.

Ядерный топливный цикл, замкнутый по урану и плутонию



Опытно-демонстрационный энергокомплекс включает

Энергоблок с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300

Ключевым элементом ОДЭК является первый в мире инновационный демонстрационный опытно-промышленный энергоблок на базе быстрого реактора БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем. Особенности реактора позволили отказаться от больших объемов гермооболочки, ловушки расплава, большого объема обеспечивающих систем, а также снизить класс безопасности внереакторного оборудования. Конструкция реакторной установки позволяет локализовать течи теплоносителя в объеме корпуса реакторной установки и исключить осушение активной зоны.

В 2021 году Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору выдала АО «СХК» лицензию на строительство БРЕСТ-ОД-300. На изготовление высокотехнологичного оборудования реакторной установки отводится от трех до пяти лет, монтаж основного оборудования должен быть завершен в 2025 году.

Модуль фабрикации и рефабрикации

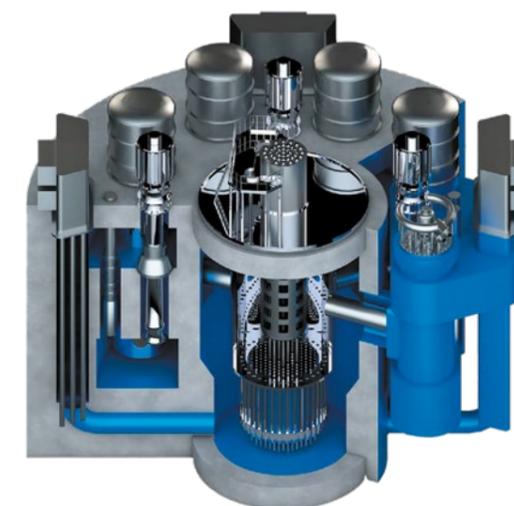
Предназначен для изготовления смешанного нитридного уран-плутониевого (СНУП) топлива для стартовой загрузки и перегрузок реактора БРЕСТ-ОД-300. Позволяет работать как с исходными материалами, так и с продуктами переработки ОЯТ реактора БРЕСТ-ОД-300, а также предусматривает включение в топливо минорных актиноидов для последующей их трансмутации. В 2022 году начаты работы по пуско-наладке основного технологического оборудования и установок для фабрикации СНУП-топлива.

Модуль переработки

Предназначен для переработки отработавшего ядерного топлива, извлечения полезных ядерных компонентов, которые будут использованы при изготовлении (рефабрикации) СНУП-топлива. Для пирохимического передела на лабораторном уровне подтверждена техническая реализуемость основных операций. Выбран окончательный вариант технологической схемы пирохимического передела.

Учебно-тренировочный инженерный центр

Предназначен для подготовки высококвалифицированных специалистов для работы в ОДЭК.



3D-модель реакторной установки БРЕСТ-ОД-300



Проект энергоблока с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300

Проект опытно-демонстрационного энергокомплекса, включающего энергоблок с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300



Топливная компания «ТВЭЛ» осознает, что качество поставляемой продукции влияет на безопасность и эффективность функционирования объектов атомной энергетики.

Контроль качества осуществляется на всех этапах производственного цикла. Регулярно проводятся аудиты менеджмента качества заводов – изготовителей продукции и разработчиков.

«ТВЭЛ» постоянно работает над повышением качества продукции, проект «Нулевой уровень отказа» реализуется с участием АЭС Чехии, Болгарии и России.

Корпоративная система менеджмента качества АО «ТВЭЛ» и дочерних обществ строится на международных требованиях менеджмента качества, отраженных в стандартах серии ISO, а также в российских и международных нормах и правилах по безопасности объектов использования атомной энергии.

АО «ТВЭЛ» и дочерние общества сертифицированы на соответствие ISO 9001:2015 в международном органе по сертификации TÜV Thüringen. Система охватывает полный цикл оценки качества проектирования, разработки, производства, хранения, поставки и научно-технической поддержки обращения с ТВС, а также использования комплектующих.

Ежегодно АО «ТВЭЛ» проводит оценку удовлетворенности своих заказчиков, осуществляемую в соответствии с процедурой «Оценка удовлетворенности потребителя», разработанной на основании требований стандарта ISO 9001:2015.

В АО «ТВЭЛ» и ряде обществ топливной компании, внедрен американский стандарт ASME NQA-1-2015 и другие национальные требования в области использования атомной энергии, проведена оценка соответствия АО «ТВЭЛ» и дочерних обществ американским требованиям, результаты признаны положительными со стороны потребителя.

В своей деятельности компания следует принципам сохранения окружающей среды для будущих поколений. На предприятиях внедряются современные ресурсосберегающие технологии производства, выполняются природоохранные мероприятия и ведется постоянный мониторинг состояния окружающей среды.

Высокий уровень ответственности за обеспечение экологической безопасности и безопасности работников предприятий компании подтверждает сертификация корпоративной Интегрированной системы менеджмента на соответствие требованиям стандартов ISO 14001:2015 и ISO 45001:2018 в международном органе по сертификации TÜV Thüringen.

Обеспечение ядерной и радиационной безопасности является безусловным приоритетом работы топливной компании «ТВЭЛ». На протяжении более 20 лет на ядерных производствах отсутствовали аварии и инциденты, классифицируемые по шкале оценки ядерных событий INES.

В области обеспечения безопасности топливная компания «ТВЭЛ» ведет работу одновременно по нескольким направлениям:

- обеспечение экологической безопасности в зонах расположения предприятий;
- рациональное использование природных ресурсов и ядерных материалов;
- снижение воздействия предприятий на окружающую среду;
- развитие корпоративной системы экологического менеджмента и корпоративной системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда, основанных на риск-ориентированном подходе;
- устранение исторического ядерного наследия;
- вывод из эксплуатации объектов атомной промышленности и реабилитация загрязненных территорий;
- минимизация негативного воздействия производства на здоровье работников и обеспечение безопасных условий труда;
- развитие и совершенствование культуры безопасности.





ТВЭЛ

РОСАТОМ

www.tvel.ru