



ВНИИАЭС
РОСАТОМ

Состояние и перспективы использования ядерных технологий в Российской Федерации.

Давиденко Николай Никифорович

Заместитель Генерального директора -
директор по технологическому развитию АО «ВНИИАЭС»,
д.т.н., профессор.

Международный научный семинар «ОИЭЯИ-Сосны», Круглый стол МОО МСВАЭП.
г. Минск (Республика Беларусь),
20-22.05.2025

Оглавление

1. Энергетическая стратегия и ключевые направления развития ЯЭ РФ.
2. Сооружение АЭС в России и за рубежом.
3. Развитие технологий реакторов ВВЭР.
4. Двухкомпонентная ЯЭ с замкнутым ЯТЦ.
5. Основные тенденции в развитии АС малой мощности.
6. Ресурсы сырья для ядерного топлива.
7. Заключительные положения.

Цели развития ядерной энергетики в РФ



ПРОРЫВ
РОСАТОМ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Энергетическая стратегия РФ до 2035 года

Утверждена Распоряжением
Правительства РФ
от 09.06.2020 № 1523-р

- ❑ Российская Федерация лидирует в создании новой энергетической технологии атомной энергетики, предполагающей параллельную эксплуатацию реакторов на тепловых и быстрых нейтронах, объединенных общим замкнутым ядерным топливным циклом.
- ❑ Такая система способствует решению проблем воспроизводства ядерного топлива, минимизации радиоактивных отходов и соблюдению режима нераспространения ядерных материалов.



РОСАТОМ

Стратегия развития ЯЭ России до 2050 года и перспективы на период до 2100 года

Утверждена Стратсоветом
Госкорпорации «Росатом»
11.04.2022

- ❑ Будущее ядерной отрасли России, ее стабильное развитие связано с формированием двухкомпонентной ЯЭ и переходом к замкнутому ЯТЦ.
- ❑ Задача развития ЯЭ на горизонте до 2050 года взаимоувязана с исполнением поручения Президента РФ по увеличению доли ЯЭ в энергобалансе страны до 25% на горизонте 2045-2050 гг.
- ❑ Решение поставленной перед ЯЭ задачи требует активизации усилий по развитию АЭПК России.

Уровень глобализации ядерной энергии



производят 73% ядерной электроэнергии мира



имеют продвинутые разработки по быстрым реакторам



ведут промышленное обогащение урана



имеют мощности по переработке ядерного топлива



составляют 80% реакторного парка мира

Требования к крупномасштабной ЯЭС России 21 века

Потребительская привлекательность

- гарантированная безопасность;
- экономическая эффективность

Масштабы производства на рынке электроэнергии

- не менее 30% к середине века

Структура энергопроизводства

- должна обеспечивать многоцелевое использование по областям применения, т.е. расширение рынков сбыта, и многокомпонентность как фактор гибкости и устойчивости к возможным рискам

Сырьевая база

- не должна иметь ограничений на исторически значимый период времени (сотни лет)

Обращение с отходами

- должно обеспечить безопасную окончательную изоляцию РАО

Сооружение АЭС в России

Залит первый бетон
в основание здания
реактора
энергоблока № 3



Ленинградская АЭС-2

РЭА – застройщик и ЭО.
Проведена государственная
экологическая экспертиза
энергоблока № 1



Якутская АСММ



Курская АЭС-2

- Турбина энергоблока № 1 поставлена на валоповорот
- Смонтирован корпус реактора энергоблока № 2



Курская АЭС-2

Степень готовности
Курской АЭС-2 – **68,57%**

Начата подготовка
стройплощадки



Смоленская АЭС-2

Заключен договор генподряда
по проекту «Белоярская АЭС.
Энергоблок № 5 (БН-1200М)»



Белоярская АЭС

Сооружение АЭС за рубежом



АЭС «Руппур»

Ведется подготовка к холодно-горячей обкатке оборудования энергоблока № 1

На энергоблоке № 1 турбина поставлена на валоповорот и выполнена прокрутка ГЧНА на холостом ходу



АЭС «Аккую»



АЭС «Эль-Дабаа»

- Одновременно развернуты работы на всех четырех энергоблоках
- Начато бетонирование фундамента турбинного здания на энергоблоках № 2 и 3
- Завершена установка ловушки расплава на энергоблоке № 3

- Поставлена ловушка расплава для энергоблока № 5
- Принято основание котлована ядерного острова для первого бетона здания реактора



АЭС «Пакш»

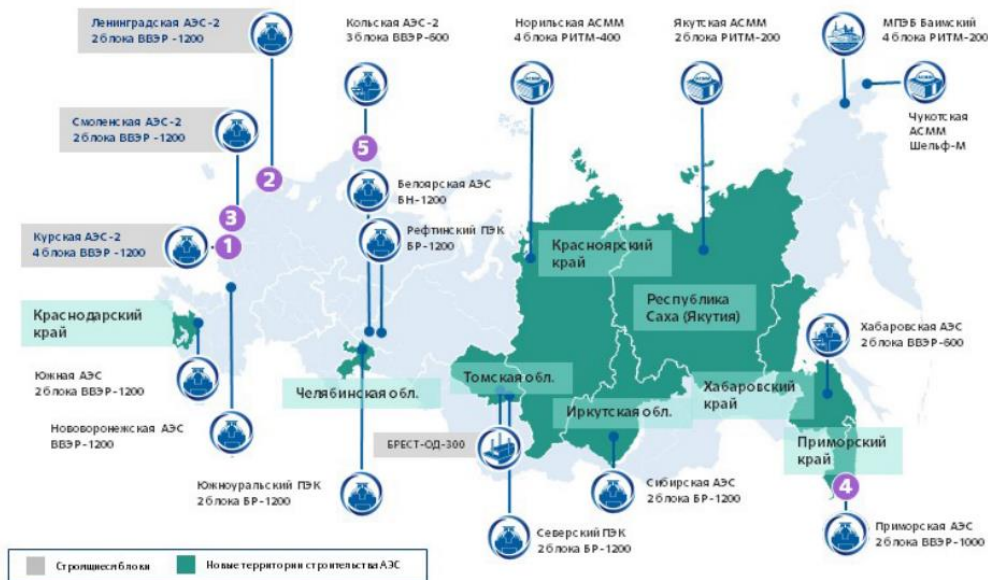
АЭС заключен договор на строительство шести энергоблоков по 55 МВт со сроком ввода с 2029 года



Узбекская АСММ

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЗАДАЧИ 2025 ГОДА

ГЕНЕРАЛЬНАЯ СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДО 2042 г.



38
энергоблоков

8
НОВЫХ РЕГИОНОВ

25 %
в энергобалансе страны

2025 ГОД. ОБЕСПЕЧИТЬ:

1-Й ЭТАП РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНСХЕМЫ

- 1 Курская АЭС-2**
Сдача в промышленную эксплуатацию блока №1
- 2 Ленинградская АЭС-2**
Первый бетон блока №4
- 3 Смоленская АЭС-2**
Завершение проектных работ и начало сооружения блока №1
- 4 Приморский край**
Инженерно-изыскательские работы, выбор площадки для сооружения АЭС с блоками ВВЭР-1000
- 5 Кольская АЭС-2**
Проведение общественных слушаний по сооружению блоков ВВЭР-600, подготовка ОВОС и ОБИН

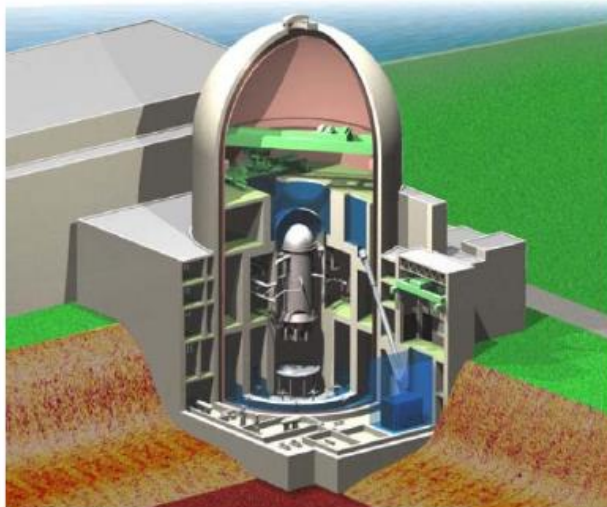
ВЫРАБОТКУ
не ниже задания ФАС

215 млрд
кВтч

ГОТОВНОСТЬ БЛОКОВ нести нагрузку не ниже

85 %

Дальнейшее развитие технологий реакторов ВВЭР



Повышение потребительской привлекательности - надежность, безопасность, компактность, маневренность и т.д.

2025 г. ВВЭР-ТОИ на Смоленской АЭС

- ✓ Базовый проект. Снижение затрат.
- ✓ Сокращение сроков сооружения;
- ✓ Повышение маневренности.

2033 г. ВВЭР-С на Кольской АЭС

- ✓ Реактор с регулированием спектра нейтронов;
- ✓ Отказ от борного регулирования на мощности;
- ✓ Отказ от циркониевых сплавов;
- ✓ 100% загрузка уран-плутониевым (МОКС) топливом;
- ✓ Производство плутония с КВ до $\sim 0,7$.

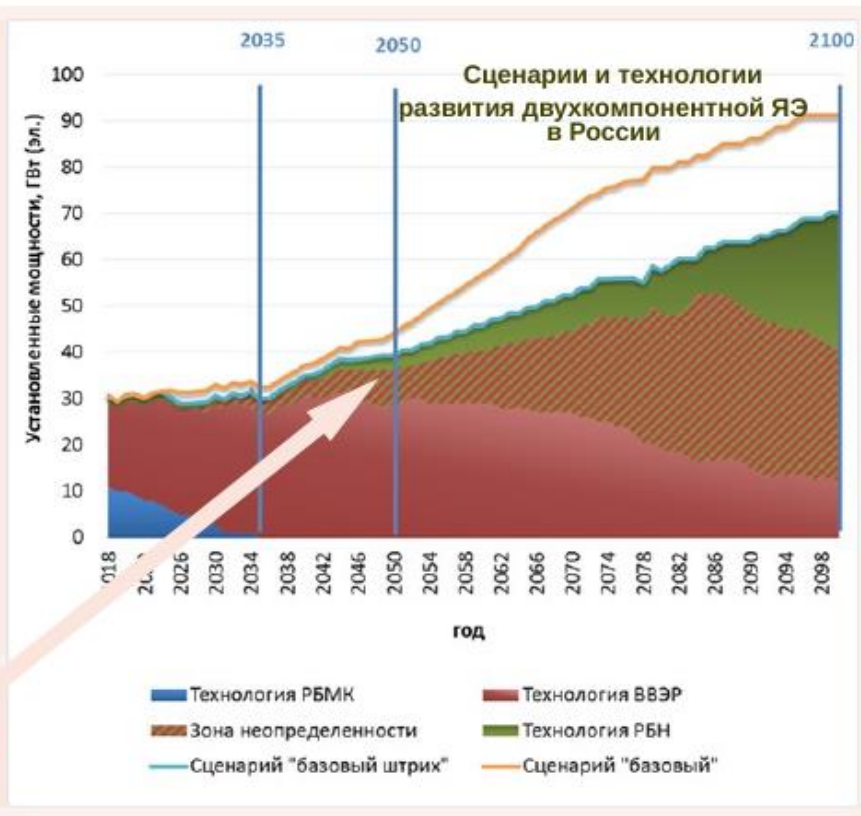
~ 2045 г. ВВЭР-СКД

- ✓ Реактор со сверхкритическими параметрами теплоносителя с КПД до 45%;
- ✓ Производство плутония с КВ до 1,0.

Направления развития технологии ВВЭР: проекты ВВЭР-С и ВВЭР-СКД (Супер-ВВЭР)

- Повышение коэффициента воспроизводства топлива;
- Снижение расхода природного урана;
- Отказ от борного регулирования (как минимум при работе на мощности);
- Отказ от циркониевых сплавов активной зоны;
- Повышение КПД

Развитие технологии ВВЭР хеджирует возможные отставания темпов/масштаба ввода АЭС с РБН



Двухкомпонентная ЯЭ с замкнутым ЯТЦ

КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЯЭ

Двухкомпонентная
структура
с замыканием ЯТЦ

Позволит решить системные
проблемы нынешней АЭ:

Сократить накопление ОЯТ
и снизить объемы РАО

Повысить эффективность
использования урана

Повысить экологические показатели ЯЭ
и ее конкурентоспособность

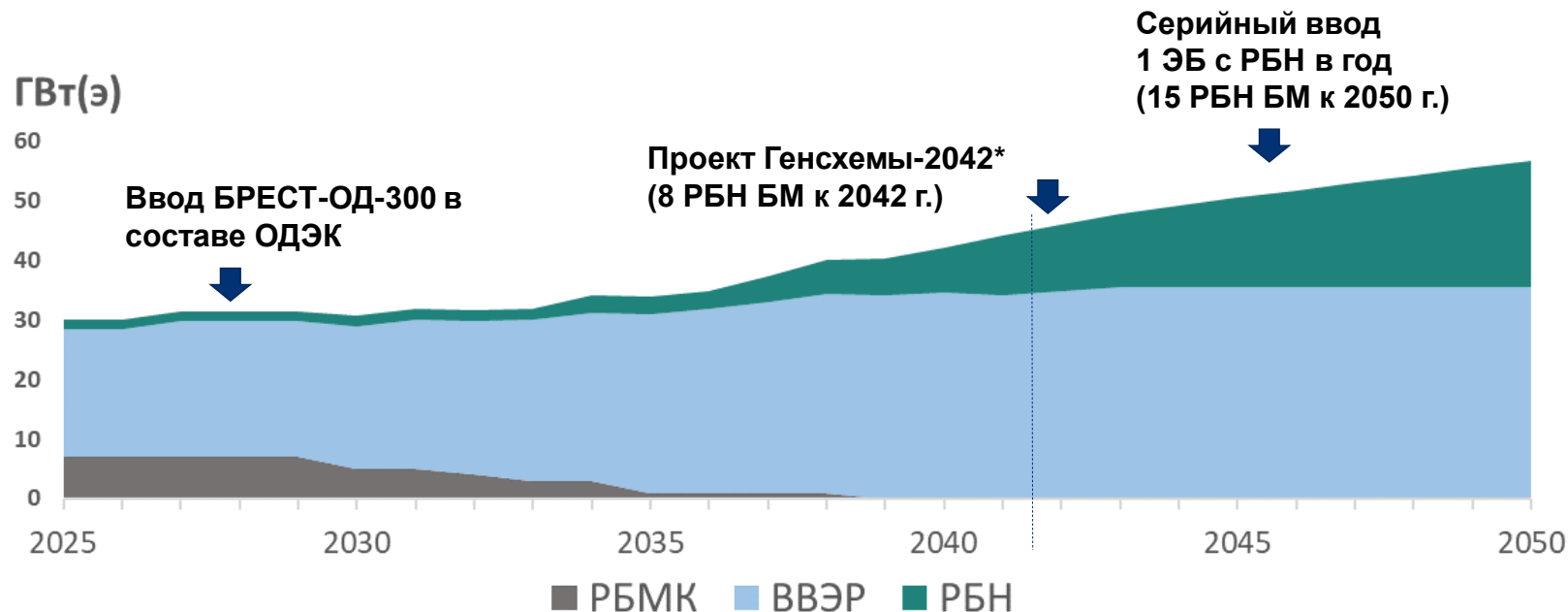
Синергетический принцип
развития обеих компонентов
(базовый):

Технология ВВЭР

Технологии РБН



Актуальные планы по развитию двухкомпонентной ЯЭ в России



Потенциальная потребность в АСММ на территории РФ – до 1150 МВт до 2040 г.

Возможные районы размещения проектов, присутствие интереса со стороны потребителей и региона:

1. Промышленные и муниципальные потребители в технологически изолированных от энергосистемы районах РС(Я)
2. Промышленный потребитель – Баимский ГОК
3. Потребители Вилючинского городского округа, в т.ч. СПГ проекты
4. Энергоснабжение «Восточного полигона», объектов РЖД (БАМ), месторождения Сухой лог и др. крупных предприятий
5. Потребители Калининградской обл.

Калининградская обл.
Потребность: 100 МВт(э)*
Предварительный срок реализации – 2029-30 гг.

Мурманская обл.
Потребность: до 300 МВт(э)*
Предварительный срок реализации – после 2030 г.

Республика Саха (Якутия)
Потребность: 1ый этап - АСММс 1 х РУ РИТМ-200, 55 МВт(э)
Срок реализации – 2027-28 гг.
Общая потребность – до 250 МВт(э)*



* Тип объекта будет определен позднее

Основные тенденции в развитии АСММ

- 1. Смещение потребностей в зону малых мощностей ($4 \div 20$ МВт).**
- 2. Поиск новых нетрадиционных технических решений (Gen-IV) с простой тепловой схемой и высоким КПД.**
- 3. Разработка специальной нормативной базы для АСММ**
- 4. Огромное количество предложений (во всем мире сотни!) проектов АСММ на стадии концепций и проектирования. Однако из сотен предложений серьёзно рассматриваются не более 10.**

Наземная АСММ с РУ РИТМ-200Н

2028 ГОД ВВОДА АСММ С 1
РУ В ПРОМЫШЛЕННУЮ
ЭКСПЛУАТАЦИЮ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- ▶ Электрическая мощность от **55 МВт**
- ▶ Тепловая мощность от **190 МВт**
- ▶ КИУМ до **90%**
- ▶ Топливный цикл **5-6 лет**
- ▶ Расчетный срок эксплуатации **60 лет**
- ▶ Срок сооружения **4 года**
- ▶ Маневренность **30-100%**
- ▶ Время набора мощности **6% в минуту**
- ▶ Период кап. ремонта ~ **раз в 20 лет**



Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики РФ до 2035 г. для Якутской АСММ в базовом сценарии утверждено сооружение 2 энергоблоков АСММ на 110 МВт до 2035 года в РС(Я) и в консервативном/минимальном сценарии – 1 энергоблок АСММ на 55 МВт до 2028 года.

Наземная АСММ с РУ РИТМ-200Н (продолжение)

Концепция безопасности

Внутренняя самозащищенность

- Комплекс технических решений, препятствующий выходу реакторной установки за пределы нормальной эксплуатации, а в аварийном режиме облегчающий протекание аварии.

Активные системы безопасности

- Комплекс активных систем, обеспечивающий безопасность реакторной установки во всех типах проектных и запроектных аварий при наличии электропитания.
- Запас времени работы аварийной системы электроснабжения – **30 суток**.

Пассивные системы безопасности

- Комплекс пассивных систем, обеспечивающий безопасность реакторной установки в условиях отсутствия электроснабжения.

Специальные технические средства для управления запроектными авариями

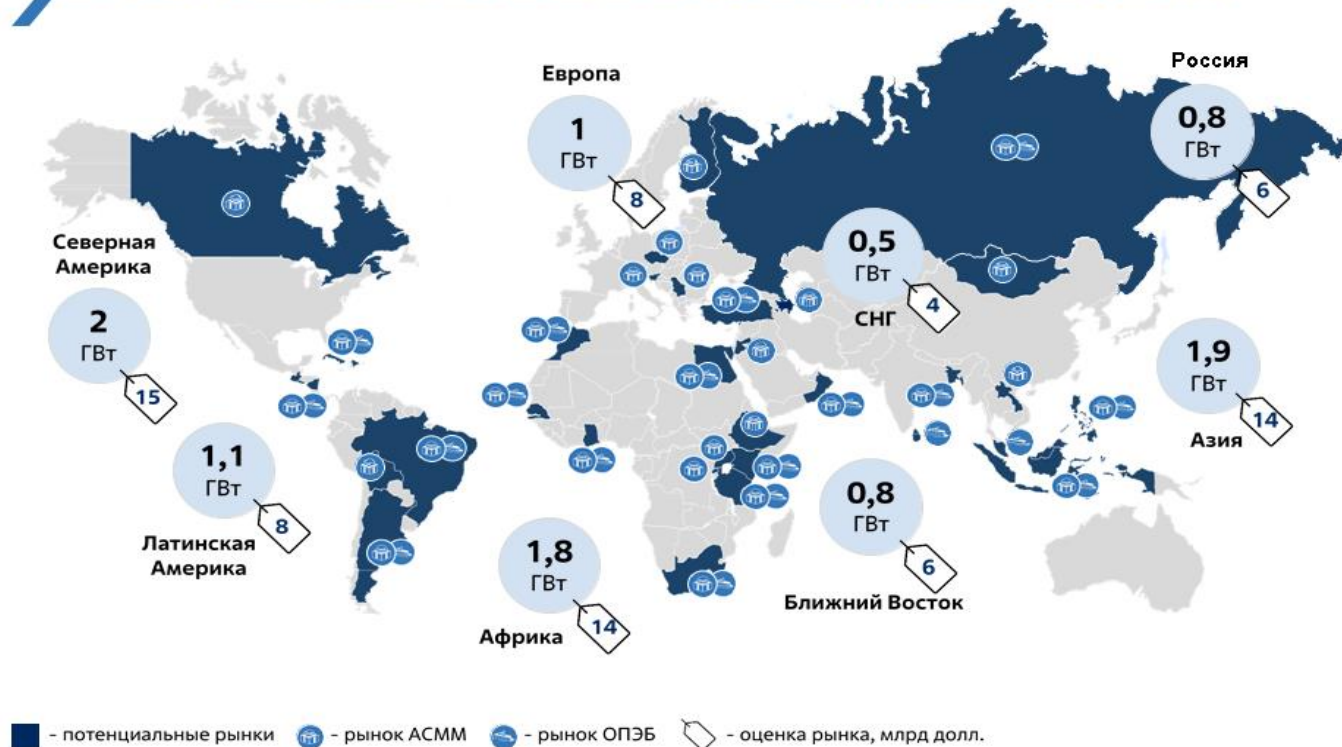
- Комплекс систем, предназначенных для облегчения протекания запроектных аварий в условиях массового отказа систем реакторной установки.
- Использование самосрабатывающих устройств обеспечивает отработку алгоритмов безопасности при полном выходе из строя систем управления.

Физические барьеры

- Комплекс физических барьеров, обеспечивающий локализацию радиоактивных веществ внутри защитной оболочки в авариях с разгерметизацией системы первого контура.

Потенциальный доступный рынок для РУ РИТМ-200 наземного и плавучего исполнения может составить ~10 ГВт (~ 75 млрд долл.) к 2040 г., Азия и Африка являются ключевыми рынками

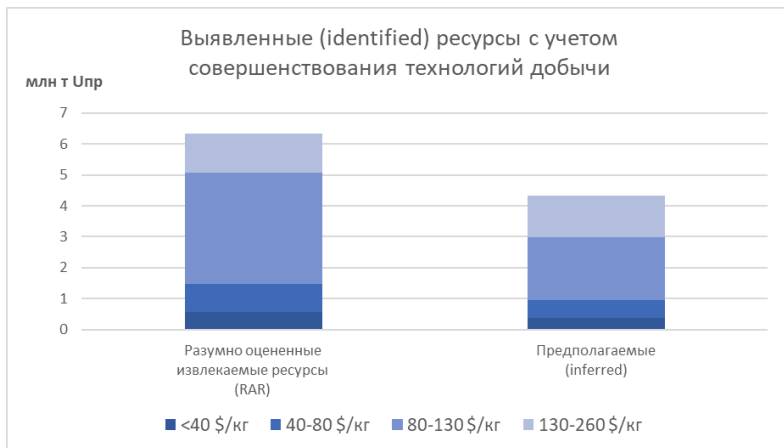
➤ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ДОЛЯ ГК «РОСАТОМ» МОЖЕТ СОСТАВИТЬ ДО 20% ОТ ЭТОГО РЫНКА.



На сколько хватит ресурсов?



ПРОРЫВ
РОСАТОМ



Распределение выявленных ресурсов
Упр в мире по стоимости извлечения

Figure A3.2. NEA/IAEA classification scheme for uranium resources

		Identified resources		Undiscovered resources	
		Reasonably assured resources	Inferred resources	Prognosticated resources	Speculative resources
Recoverable at costs	<USD 40/kgU	Reasonably assured resources	Inferred resources	Prognosticated resources	
	USD 40-80/kgU	Reasonably assured resources	Inferred resources	Prognosticated resources	
	USD 80-130/kgU	Reasonably assured resources	Inferred resources	Prognosticated resources	
	USD 130-260/kgU	Reasonably assured resources	Inferred resources	Prognosticated resources	

Decreasing economic attractiveness ↓

Decreasing confidence in estimates →

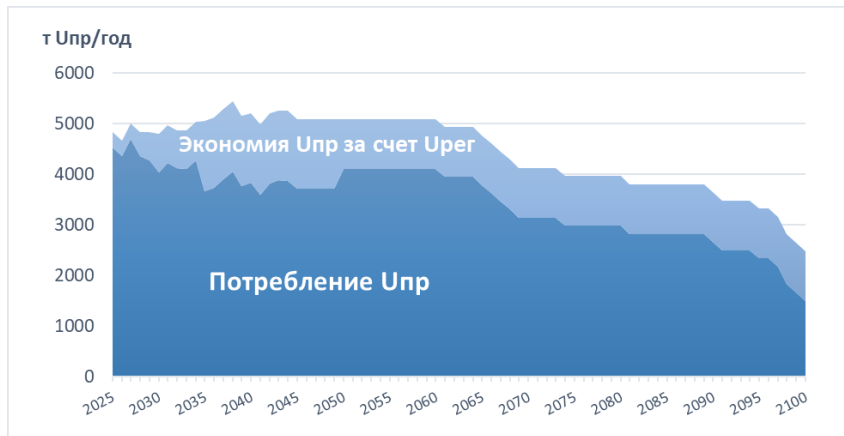
Классификация по МАГАТЭ/NEA

- **Всего выявленных ресурсов - ~10 млн т. Из них «разумно оцененные извлекаемые ресурсы» (RAR) - 6,3 млн;**
- **Текущий уровень потребления в мире – 60 000 т в год;**
- **Соотношение запасы/потребление по выявленным ~170 лет. По RAR - ~100 лет.**

Уран



ПРОРЫВ
РОСАТОМ



Оценка потребления природного урана в двухкомпонентной ЯЭ РФ

Потребление Упр до 2050 г.: 112 190 т Упр

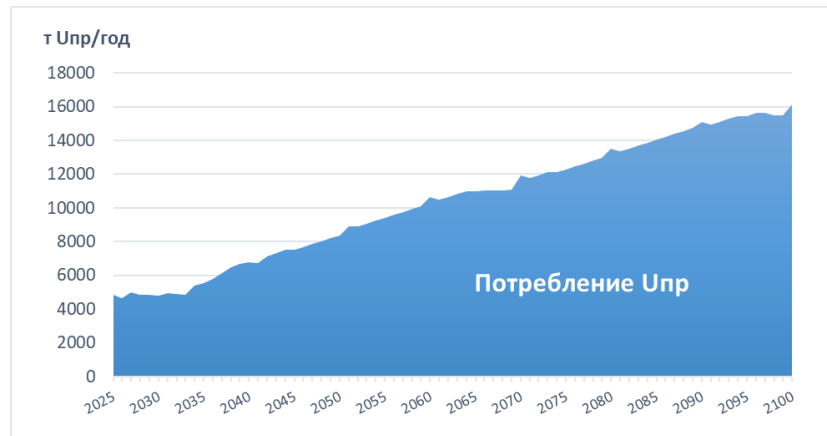
Сэкономлено за счет Урег: 28 087 т Упр

Сэкономлено за счет РБН: 31 619 т Упр

Потребление Упр до 2100 г.: 269 594 т Упр

Сэкономлено за счет Урег: 77 294 т Упр

Сэкономлено за счет РБН: 450 919 т Упр



Оценка потребления природного урана в однокомпонентной ЯЭ РФ на базе РТН

Потребление Упр до 2050 г.: 171 895 т Упр

Потребление Упр до 2100 г.: 797 807 т Упр

Заключительные положения

- Развитие ядерной энергетики России до середины века обеспечено доступными ресурсами делящихся материалов;
- Технологический потенциал обеспечивает требуемые масштабы развития ядерной энергетики на длительную перспективу;
- Коммерческий заказ для ядерно-энергетического сектора экономики в ближайшие 20 лет будет сосредоточен на технологии ВВЭР;
- Уже сегодня начат переход к двухкомпонентной ядерно-энергетической системе ядерной энергетики страны с внедрением в существующую структуру быстрых реакторов и отработкой базовых компонентов ее ядерного топливного цикла;
- Освоение новых технологических направлений должно опираться на развитие научных исследований и совершенствование экспериментальной базы.



ВНИИАЭС
РОСАТОМ

80 лет

АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

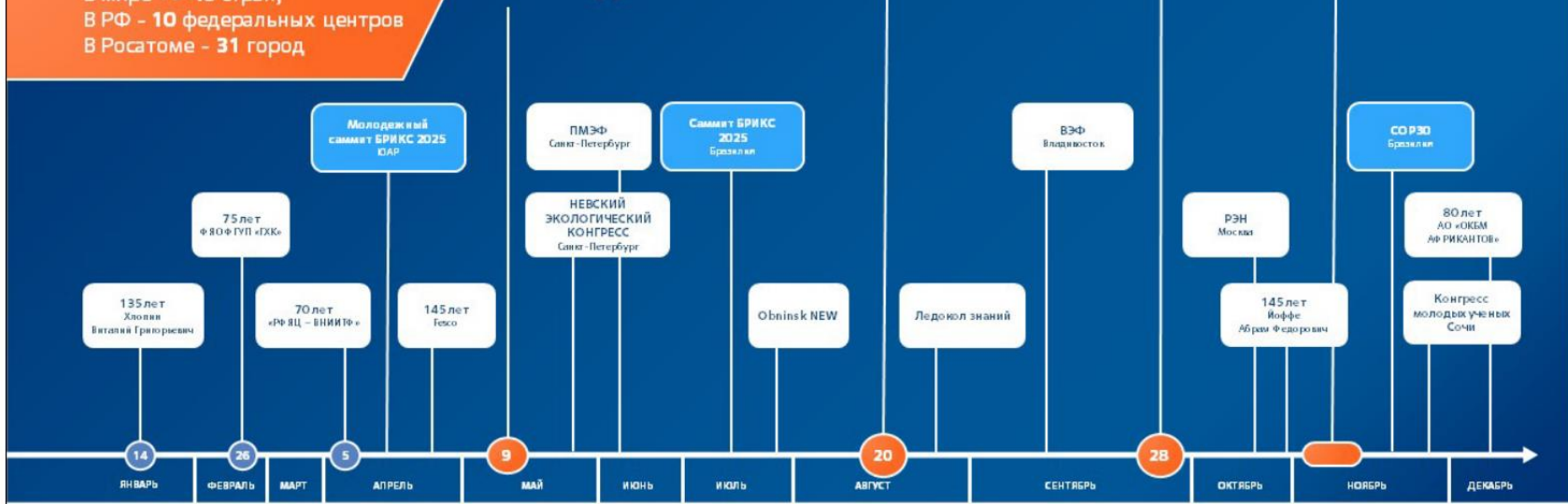
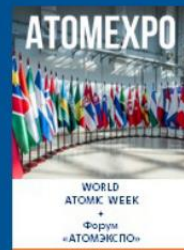
ГОРДОСТЬ • ВДОХНОВЕНИЕ • МЕЧТА





ГЛАВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЮБИЛЕЙНОГО ГОДА

В мире - > 40 стран,
В РФ - 10 федеральных центров
В Росатоме - 31 город



Спасибо за внимание

Давиденко Николай Никифорович

Тел.: +7 (499) 796 91 95

E-mail: NNDavidenko@vnii.aes.ru

www.vnii.aes.ru

20-22.05.2025