



РОСАТОМ

МНТК-2012



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ЗАМКНУТОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Сараев О.М.
Заместитель генерального директора –
управляющий проектом
ОАО «Концерн Росэнергоатом»

23 мая 2012

В чём проблема?

- **Задача перевода атомной энергетики на замкнутый топливный цикл упоминается едва ли не во всех программах развития отрасли.**
- **Вместе с тем, эта тема обезличена и уже четверть века не имеет сколько-нибудь конкретного плана реализации.**

Главные причины – отсутствие нужды, программы реализации и мотивированного заказчика.

В сегодняшних условиях таким заказчиком может и должен стать ОАО «Концерн Росэнергоатом» (далее Концерн), так как он через 10 - 15 лет встретится с угрозой потери конкурентоспособности на рынке электроэнергии.

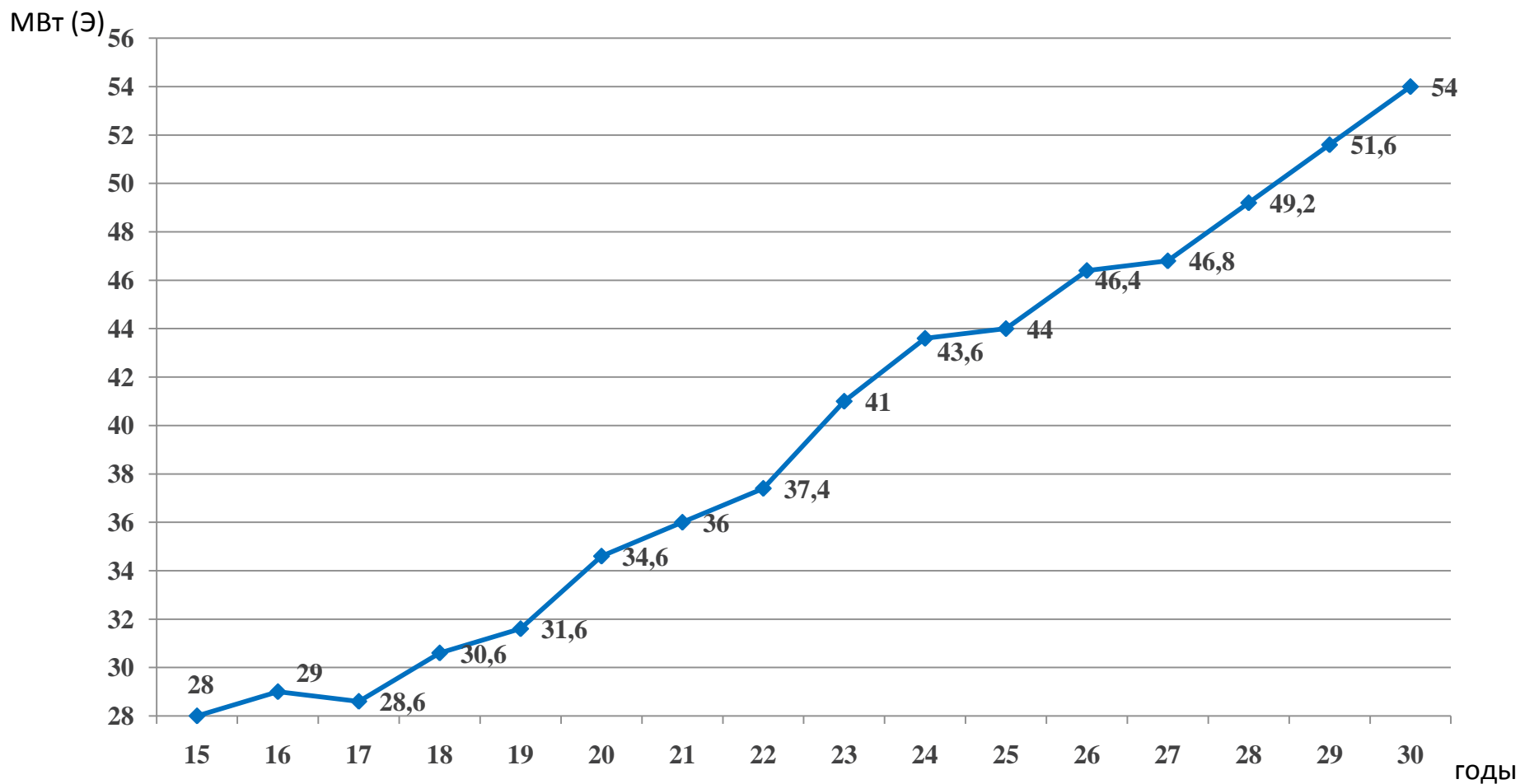
Причины проблемы и способ её решения

- Существенным препятствием для конкурентоспособного развития Концерна становятся:
 - исключительно низкая эффективность использования урана, определившая растущую затратность содержания «ядерного наследия»;
 - неприемлемый рост затрат на обращение с ОЯТ в связи с выводом из эксплуатации энергоблоков старого поколения;
 - независимое от Концерна ценообразование на урановое топливо и услуги по обращению с ОЯТ.
- Возникающие в связи с этим в Концерне проблемы необходимо компенсировать. Это возможно лишь с внедрением новых реакторных технологий и ростом доли плутония в производстве тепла, что является существом замыкания ядерного топливного цикла (ЯТЦ).
- Необходимость ускоренного замыкания ЯТЦ путем замещения урана-235 плутонием признана доминирующей в среднесрочных (до 2030 года) планах стратегического развития Концерна.

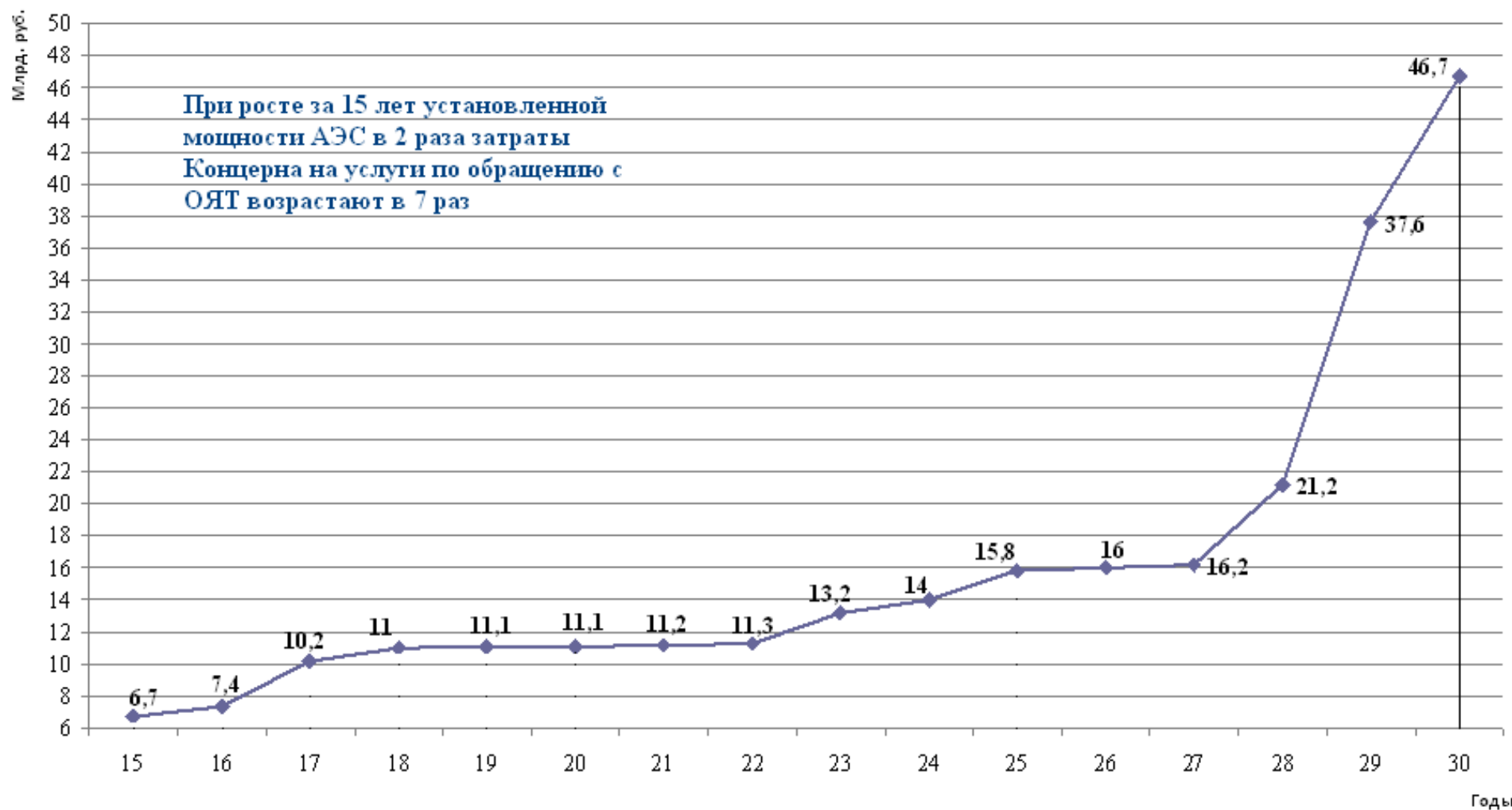
ОЦЕНКА УГРОЗЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОАО «КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ»

ДИНАМИКА РОСТА УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ

Дорожная карта долговременных действий Госкорпорации «Росатом»



ДИНАМИКА ЗАТРАТ НА УСЛУГИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОЯТ



ПОЧЕМУ ЭТО ПРОИЗОЙДЕТ?

- С 2027 г. всё ОЯТ будет собственностью Концерна со всеми обременениями по обращению с ОЯТ.
- В период с 2016 по 2027 г.г. будут остановлены энергоблоки старого поколения для последующего вывода из эксплуатации мощностью более 12 ГВт, ОЯТ которых подлежит выгрузке и отправке на предприятия отрасли для хранения. До 2030 г. будет вывезено только топливо РБМК в массе 11 876 т.
- Ввод новых мощностей АЭС до 30-х годов вызовет еще большее увеличение объемов ОЯТ и затрат на хранение.
- Процесс носит отраслевой характер, но комплексных отраслевых планов сдерживания этого процесса нет.

КАК И ЧЕМ КОМПЕНСИРОВАТЬ

ОПАСНЫЙ РОСТ ТОПЛИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В СЕБЕСТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КОНЦЕРНА?

Исходя из наличия и перспектив наработки плутония, с учетом минимизации затрат на создание инфраструктуры и разнесения этих затрат во времени, замкнуть топливный цикл на базе установленной мощности АЭС 35 ГВт в комплексе с серией БН-1200 и ВВЭР-ТОИ, для чего:

1. Принять решение о строительстве серии из 6 энергоблоков с «быстрыми» реакторами типа БН-1200;
2. Принять решение об адаптации проекта ВВЭР-ТОИ к работе на МОХ-топливе;
3. Мобилизовать по нулевой стоимости «энергетический» плутоний «со склада», накопившийся от переработки ОЯТ ВВЭР, для изготовления МОХ-топлива энергоблоков БН-1200 (около 55 т к 2020 г.);
4. Мобилизовать по нулевой стоимости «оружейный» плутоний, предназначенный для утилизации и в зачет этой утилизации по соглашению с США, для изготовления МОХ-топлива энергоблоков ВВЭР-ТОИ (35 – 40 % активной зоны) до 38 т. ;

5. Создать производство МОХ-топлива для БН-1200 в 2 этапа;
6. Создать производство МОХ-топлива для ВВЭР-ТОИ;
7. Создать производство по переработке ОЯТ АЭС с реакторами на тепловых нейтронах в 2025 г. (1-ая очередь завода РТ-2);
8. Создать производство по переработке МОХ-топлива, облученного в реакторах БН-1200;
9. Создание производства по переработке ОЯТ из уранового и МОХ-топлива ВВЭР-ТОИ в 2028 г. (2-ая очередь завода РТ-2).

СОСТОЯНИЕ РЕАКТОРНЫХ И ТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

ЭНЕРГОБЛОК С РЕАКТОРОМ-РАЗМНОЖИТЕЛЕМ БН-1200

1. Утверждена 28.09.2011 г. Генеральным директором Госкорпорации «Росатом» «Декларация о намерениях инвестирования в строительство энергоблока № 5 Белоярской АЭС» с реактором на быстрых нейтронах БН-1200.
2. Разработан и утвержден 28.11.2011 г. Первым заместителем Генерального директора ОАО «Концерн Росэнергоатом» «План мероприятий по подготовке сооружения энергоблока № 5 Белоярской АЭС» с реактором БН-1200.
3. Утвержден 18.01.2012 г. Генеральным директором ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Инвестиционный замысел строительства энергоблока № 5 Белоярской АЭС с реактором БН-1200».
4. Технические задания на разработку РУ БН-1200 и проектирование энергоблока с реактором БН-1200 мощностью 1250 тыс. кВт эл. согласованы ОАО «Концерн Росэнергоатом» и находятся в стадии оформления.

5. Приоритетной целью Концерна является завершение начатой разработки энергоблока с реактором БН-1200, с началом строительства в 2015 году и пуском его в эксплуатацию в 2020 году в качестве головного в серии из 6 энергоблоков.

6. Разработка проекта БН-1200 является результатом эволюционного развития натриевых БН на основе убедительной референции, с капитальными затратами, близкими к затратам равного по мощности ВВЭР, а также безопасностью не хуже поколения 3+. Более подходящего для предлагаемого плана замыкания топливного цикла реактора - размножителя до 2030 г. нет и не будет.

7. Разработка проекта финансируется из средств Федерального бюджета, предусмотренных в ФЦП «ЯЭНП», и софинансирования этой ФЦП Концерном. Строительство будет осуществляться за счет средств, заложенных в инвестиционной программе долговременных действий Госкопрорации «Росатом».

АЭС С ВВЭР-ТОИ

- 1. Необходимо выполнить обоснование и учесть в проекте возможность эксплуатации энергоблока с МОХ-топливом от 30 до 40 процентов загрузки активной зоны.**
- 2. Разработать программу экспериментального подтверждения возможностей и условий работы МОХ-топлива на 1-2-х действующих ВВЭР-1000 в период до 2016 года.**
- 3. Спроектировать и построить не позднее 2018 года производство МОХ-топлива для ВВЭР-ТОИ с использованием оружейного плутония в зачет соглашения с США об утилизации. За исходный материал при проектировании принять плутоний с пониженным, по сравнению с энергетическим, фоном («перчаточный»), выделенный из зоны воспроизводства и активной зоны реакторов БН-1200, на котором и будут работать ВВЭР после завершения утилизации.**
- 4. Использование МОХ -топлива в ВВЭР-ТОИ планировать с 2020 года, для чего принять соответствующее решение.**
- 5. Источники финансирования работ не определены.**

Требования к производству смешанного уран-плутониевого топлива для серии БН-1200

- 1. В целях разнесения затрат по времени и с учетом наличия референтного оборудования ограниченной производительности и возможного совершенствования технологий производство топлива для серии БН-1200 целесообразно создавать в 2 этапа:**
 - 1-ая очередь производительностью 50 т/год в 2018 г.;**
 - 2-ая очередь производительностью ≥ 50 т/год в 2024 г.**
- 2. В качестве основной топливной композиции принять смешанное двуокисное уран-плутониевое топливо (МОХ-топливо) с применением «энергетического» плутония после переработки ОЯТ тепловых реакторов.**
- 3. В проектах очередей предусмотреть возможность адаптации к производству смешанного нитридного уран-плутониевого топлива.**
- 4. Для создания производства топлива для серии БН-1200 необходимо принять соответствующее решение.**

Требования к производству смешанного двуокисного уран-плутониевого топлива (МОХ-топлива) для энергоблоков ВВЭР-ТОИ

1. В целях разнесения затрат по времени и с учетом необходимости ускоренного перевода части активных зон ВВЭР-ТОИ на МОХ-топливо, а также возможного существенного совершенствования технологий к 2025 году, производство топлива целесообразно создавать в 2 этапа:

- 1-я очередь производительностью 150 т/год в 2018 г.;**
- 2-я очередь производительностью ≥ 150 т/год в 2025 г.**

2. Проектирование производства вести исходя из использования плутония после переработки ОЯТ БН-1200 с пониженным, по сравнению с «энергетическим», фоном («перчаточный»).

3. Для создания производства топлива энергоблоков ВВЭР-ТОИ необходимо принять соответствующее решение.

ПРОИЗВОДСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОЯТ ВВЭР

1. На ПО «МАЯК» действует РТ-1, перерабатывающий ОЯТ ВВЭР-440 и БН-600 с выходом «энергетического» плутония до 1 т/год.

2. На ФГУП «ГХК» с 2018 г. будет действовать опытно-демонстрационный центр по переработке ОЯТ ВВЭР мощностью до 250 т/год с выходом энергетического плутония до 2,5 т/год.

3. В 2025 году для переработки ОЯТ ВВЭР-1000 будет сооружена первая очередь завода РТ-2 производительностью ≥ 700 т/год по тяжелому металлу с выходом «энергетического» плутония около 7 т/год для последующей подпитки энергоблоков с БН-1200.

• В 2028 году для переработки ОЯТ ВВЭР-ТОИ и ВВЭР-1000 будет сооружена вторая очередь завода РТ-2 производительностью ≥ 800 т/год по тяжелому металлу с выходом энергетического плутония ≥ 8 т/год (в соответствии с программой развития атомной энергетики за пределами 2030 г.)

Строительство РТ-2 и его финансирование предусмотрено ВЦП «Обращение с ОЯТ», курируемой дирекцией по ЯРБ Госкорпорации «Росатом».

ПРОИЗВОДСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОЯТ БН-1200

Потребуется в 2025 г. и будет сооружено как специализированная нитка производительностью ≥ 100 т/год по тяжелому металлу с выходом «перчаточного» плутония > 14 т/год для изготовления МОХ-топлива ВВЭР-ТОИ после завершения ими программы утилизации оружейного плутония к 2027 году.

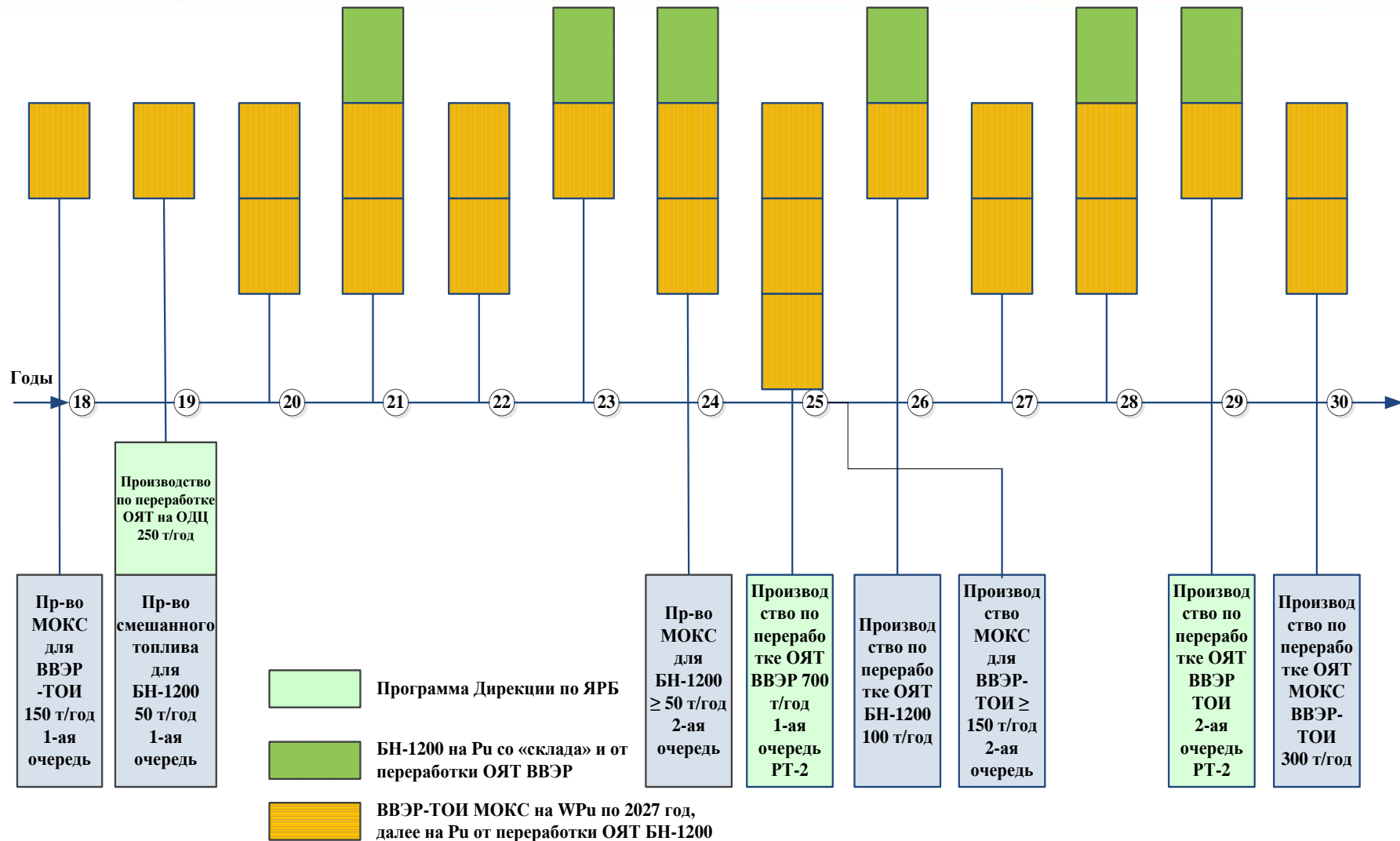
К настоящему времени проработаны 3 возможных технологии этого производства. Необходимо решение о продолжении работ по программам Дирекции по ЯРБ «Росатома».

ПРОИЗВОДСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОЯТ МОХ ВВЭР-ТОИ

Потребуется в начале 30-х годов и будет построено в порядке расширения РТ-2 с выходом плутония для подпитки энергоблоков БН-1200.

Создание производства планируется «Росатомом» в составе ВЦП «Обращение с ОЯТ».

ДОРОЖНАЯ КАРТА I ЭТАПА ЗАМЫКАНИЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА



НАКОПЛЕНИЕ ПЛУТОНИЯ ПРИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПЛАНАХ ОБРАЩЕНИЯ С ОЯТ

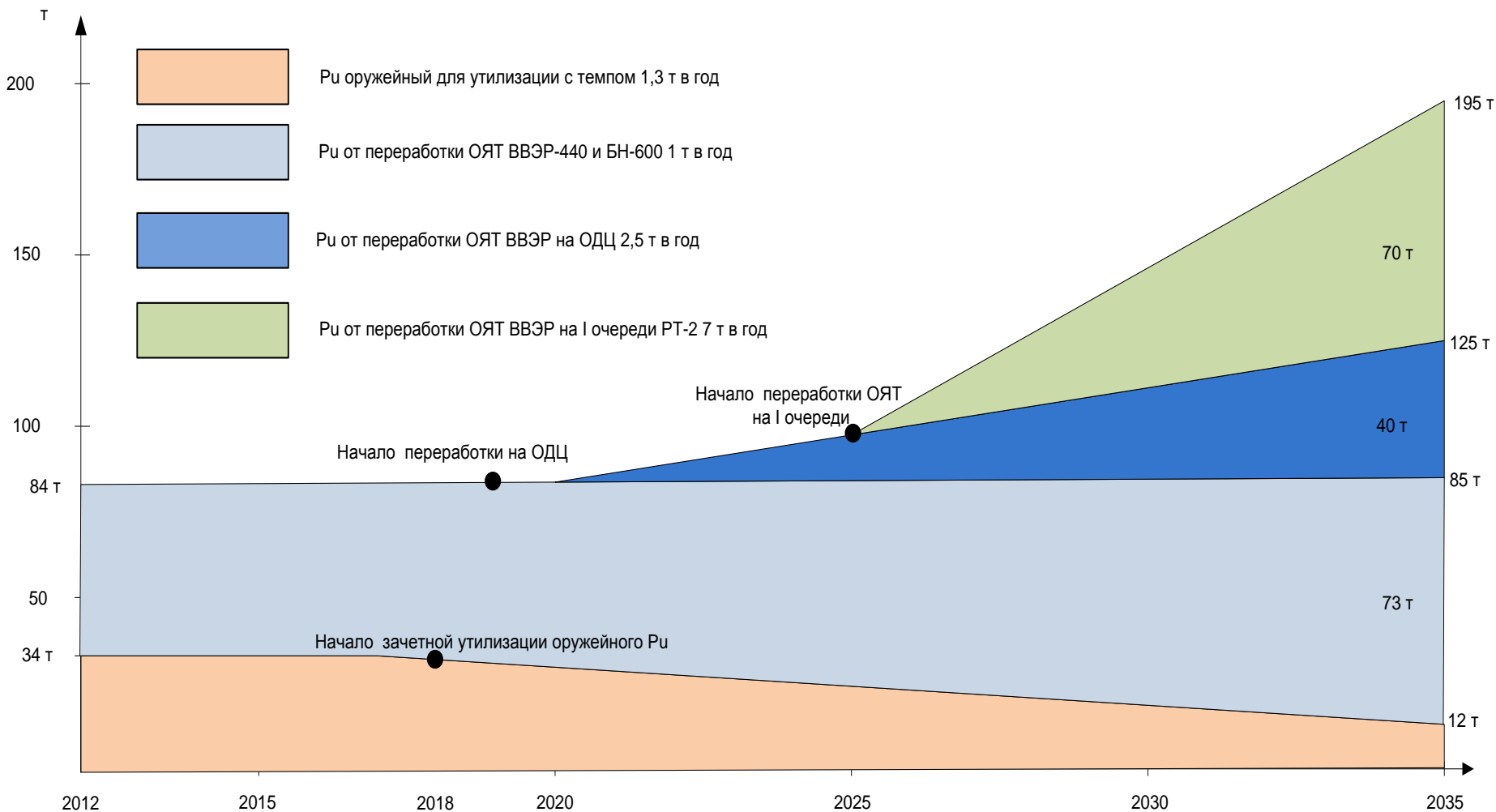
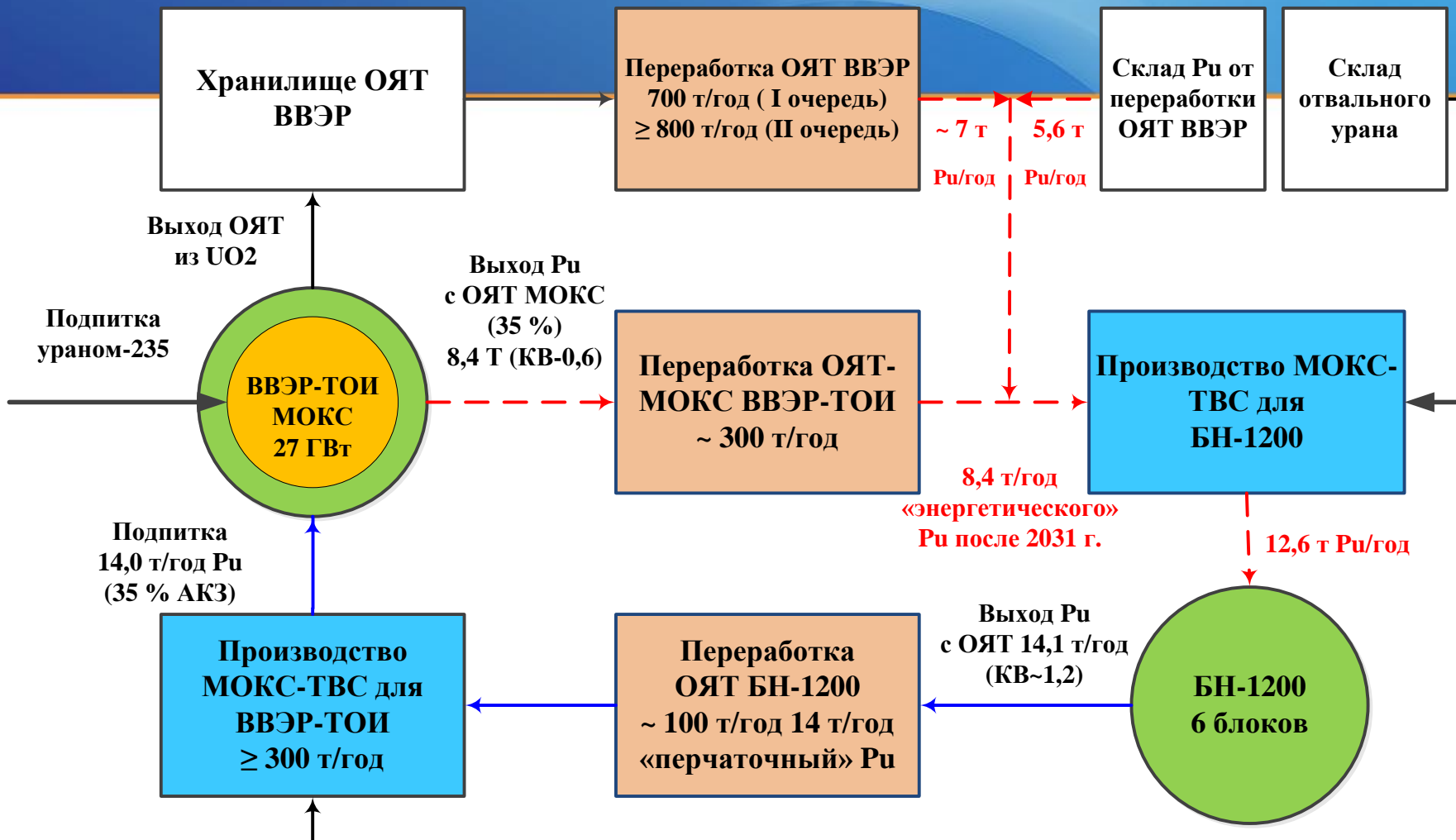


СХЕМА I ЭТАПА ЗЯТЦ (без БН-800)



- - - - - ▶ «энергетический» Pu
————— ▶ Pu с пониженным фоном

Примечание:

- 1) По 2027 г. МОХ-топливо для ВВЭР-ТОИ изготавливается из оружейного плутония, далее – из низкофонового плутония от БН-1200.
- 2) С 2028 г. в цикл вступает БН-800, т.к. утилизация оружейного плутония прекратится.

КАКИЕ ЗАТРАТЫ НАС ОЖИДАЮТ?

1. Создание производства МОХ-топлива для БН-1200 составит до 27 Млрд. руб.
2. Создание производства МОХ-топлива для ВВЭР-ТОИ составит до 15 Млрд. руб.
3. Создание I очереди РТ-2 по переработке уранового топлива ВВЭР, за счет средств Федерального бюджета по ФЦП «ЯРБ».
4. Создание производства по переработке МОХ-топлива БН-1200 –до 10 Млрд. руб.
5. Создание II очереди РТ-2 по переработке ОЯТ ВВЭР-ТОИ: потребуется в 2028, мощностью не менее 800 т/год по программам Дирекции по ЯРБ «Росатома».
6. Затраты на сооружение энергоблоков БН-1200 и ВВЭР-ТОИ будут покрываться в соответствии с инвестиционной программой обеспечения дорожной карты развития атомной энергетики.
7. Суммарные дополнительные затраты на создание инфраструктуры I-го этапа замыкания составят ~ 52 Млрд руб.

ЧТО ДАСТ КОНЦЕРНУ «РОСЭНЕРГОАТОМ» I ЭТАП ЗАМЫКАНИЯ ЯТЦ

- Будет задействована с использованием МОХ-топлива (в объеме 35 % активной зоны) установленная мощность ВВЭР 27 ГВт эл., что эквивалентно ~ 9,5 ГВт установленной мощности, условно загруженной на 100 % МОХ-топливом.
- Будет задействована установленная мощность БН-1200 (6 блоков) и БН-800 (1 блок), на МОХ-топливе, эквивалентная 8 ГВт.
- При нулевой стоимости плутония, цене комплектующих и затрат на снаряжение, равных 50 % от стоимости ТВС, с учетом прогноза роста цены на U_3O_8 экономия от замещения урана-235 плутонием для установленной мощности 17,5 ГВт в 2030 г. составит не менее 12 Млрд. руб. в год.
- Экономия от замещения урана-235 плутонием начнется уже с 2020 г. и к 2030 г. составит не менее 60 Млрд.руб. при затратах на создание объектов инфраструктуры предлагаемого этапа ЗТЦ 52 Млрд. руб.
- С 2030 года строительство новых хранилищ ОЯТ для парка АЭС мощностью 54 ГВт не потребуется.
- На основе полученного опыта и новых, «прорывных» технологий, с 2030 года возможно приступить к следующему этапу замыкания топливного цикла.
- Реализация I-го этапа замыкания ЯТЦ представляет собой коммерческий проект высокой эффективности (окупается в ходе выполнения).

ЗАДАЧИ, НЕ ИМЕЮЩИЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЗАМЫКАНИЯ ЯТЦ

НЕОБХОДИМО НА ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОМ УРОВНЕ РЕШИТЬ ВОПРОСЫ:

- **О ЦЕНЕ И ПОРЯДКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРАБОТАННОГО АТОМНЫМИ СТАНЦИЯМИ ПЛУТОНИЯ, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ОЯТ;**
- **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКОНОМИИ ОТ ЗАМЕЩЕНИЯ В ЯДЕРНОМ ТОПЛИВЕ УРАНА-235 НА ПЛУТОНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАМЫКАНИЯ ЯТЦ.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

СПРАВКА О ПРОГНОЗЕ РОСТА ЦЕНЫ НА УРАН В ПЕРИОД С 2013 ПО 2025 ГОД

(отдел расчетов себестоимости и цен, ОАО «ТВЭЛ», 26.03.2012)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
\$/фунт U3O8	55,50	58,13	61,20	63,65	65,70	67,45	68,75	70,05	73,00	75,10	78,55	80,73	83,15
\$/кгU	144,29	151,13	159,11	165,48	170,81	175,36	178,74	182,12	189,79	195,25	204,22	209,88	216,18