



ПАТЭС  
РОСАТОМ

# ПАТЭС

## Опыт сооружения и эксплуатации

### Перспективы развития АСММ на базе плавучих энергоблоков

**Выставкин Игорь Александрович**

Главный эксперт отдела проектных работ, разрешительной деятельности и лицензирования филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция»

13 октября 2022 г.

Научно-исторический круглый стол под эгидой отечественного Ядерного общества «Малая атомная энергетика: вчера, сегодня, завтра (ретроспектива и перспективы)». Обнинск

# Проект ПАТЭС



**Плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС)** – энергоисточник нового поколения, созданный на базе российских технологий атомного судостроения для надежного круглогодичного энергоснабжения объектов промышленности, инфраструктуры и населения в удаленных районах Арктики и Дальнего Востока России, в топливодефицитных и экстремально суровых климатических регионах страны

**Основной элемент станции** – плавучий энергоблок (ПЭБ) – самоходное судно, на котором размещен комплекс энергетического оборудования.

ПЭБ сооружается на судостроительном заводе и доставляется к месту размещения ПАТЭС морским путем в полностью готовом виде

## Ключевые задачи проекта ПАТЭС

- **Коренная модернизация энергетики на основе транспортабельных атомных энергоблоков морского базирования**
- **Ускоренное и устойчивое промышленное и социально-экономическое развитие удаленных территорий Арктики и Дальнего Востока - регионов стратегических интересов России**

## Энерготехнологии ПАТЭС позволяют:

1. Отказаться (или существенно сократить) от завоза органического топлива
2. Обеспечить условия для развития промышленно-портовых инфраструктурных проектов
3. Обеспечить разработку месторождений полезных ископаемых, в том числе на шельфе арктических и дальневосточных морей
4. Повысить качество жизни населения

# Основание для реализации проекта в г. Певеке



1. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики (распоряжение Правительства РФ от 22.02.2008 № 215-р)
2. Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года (распоряжение Правительства РФ от 28.12.2009 № 2094-р)
3. Стратегия развития морской деятельности РФ до 2030 года (распоряжение Правительства от 08.12.2010 г № 2205-р)
4. Соглашение о сотрудничестве между Федеральным агентством по атомной энергии «Росатом» и Правительством Чукотского АО от 13.08.2007 № 49с
5. Распоряжение правительства Чукотского АО о размещении ПАТЭС в районе г. Певек от 27.09.2011 № 460-рп
6. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 24.06.2008 № 219 «Об организации работ по проектированию плавучей атомной станции малой мощности с реакторными установками КЛТ-40С в г. Певеке Чукотского автономного округа»

# Основные участники головного проекта ПАТЭС



- Заказчик-инвестор - Госкорпорация «Росатом» в лице АО «Концерн Росэнергоатом» (Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС)
- Генеральный проектировщик ПАТЭС – АО «Атомэнерго» (г.Санкт-Петербург)
- Проектировщик ПЭБ – ЦКБ «Айсберг» (г.Санкт-Петербург)
- Завод-строитель ПЭБ – «Балтийский завод» (г.Санкт-Петербург)
- Проектировщик и комплексный поставщик ПТУ – АО «Калужский турбинный завод»
- Проектировщик и комплексный поставщик РУ – АО «ОКБМ Африкантов»
- Строители БГТС – «Трест Запсибгидрострой», «Ленмонтаж».
- Научный руководитель «Курчатовский институт»
- Разработчик тренажера УТП «НИТИ им. А.П. Александрова»

# Инфраструктура ПАТЭС



- ПЭБ – судно стоечного типа с ядерной установкой
- Береговые сооружения - технологические здания, городок охраны, устройства передачи энергоносителей
- Гидротехнические сооружения - мол-причал и соединительная эстакада

# Компоновка оборудования ПЭБ



Длина 140 м

Ширина 30 м

Осадка 5,6 м

Высота борта 10 м

Водоизмещение 21 560 т

# Береговые и гидротехнические сооружения

## Объект общестроительного характера

- тепловой пункт
- распределительное устройство
- трансформаторная подстанция
- административное здание
- комплекс физической защиты
- пожарная часть
- вахтовый городок

Местоположение	г. Певек
Тип реактора	КЛТ-40С
Электрическая мощность, МВт	70 (2×35)
Тепловая мощность, Гкал/ч	146,8 (2×73,4)
Назначенный срок эксплуатации, лет	40
Отпуск э/энергии, млн. кВт×ч/г	455
Отпуск тепла, тыс. Гкал/г	900



**19 декабря 2019 года**

ПАТЭС выдала первую электроэнергию в изолированную сеть Чаун-Билибинского узла Чукотского АО

**22 мая 2020 года**

Состоялся ввод в промышленную эксплуатацию ПАТЭС

**30 июня 2020 года**

Подано тепло от ПАТЭС в город Певек

# Эксплуатация ПЭБ



Наименование	Описание	Документация
Регламентные работы	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Периодическая проверка при работе РУ через 720 часов работы.</li><li>2. Проверки при выведенной из действия РУ через 8000 часов работы.</li><li>3. Проверки при перегрузке активной зоны через 2,5 – 3 года.</li></ol>	Перечень и методики проверок СВБ ПЭБ пр. 20870
Перезарядка	Периодичность 2,5-3 года.	Технический проект ПЭБ. Спецификация
Текущий ремонт	Производится для отдельного оборудования. Ежегодно.	
Заводской (средний) ремонт	Совмещается с доковым ремонтом. Периодичность – 10-12 лет. Длительность – 18 месяцев.	
Выгрузка ОЯТ	ПЭБ транспортируется на судоремонтное предприятие. Производится в период среднего ремонта.	Технологический регламент эксплуатации ПЭБ пр. 20870

# Организация перегрузки. Замещение ПЭБ на период проведения заводского (среднего) ремонта



## 1. Перегрузка активных зон реакторов.

Выполняется без вывода ПЭБ из эксплуатации с периодичностью 2,5 - 3 года. Общая продолжительность работ на оборудовании и системах энергетической установки одного борта - 30 суток.

## 2. Замещение.

Замещающий энергоблок должен удовлетворять следующим требованиям:

- электрическая мощность, выдаваемая в сеть, 30 МВт или 60 МВт в зависимости от Решения;
- крепление должно осуществляться элементами штатного устройства жесткого крепления ПЭБ пр. 20870;
- кампания активной зоны должна составлять, с учетом запаса на непредвиденные обстоятельства, не менее трех лет;
- системы интеграции с береговой площадкой, включая технические средства СФЗ, должны иметь одинаковый с ПЭБ пр. 20870 интерфейс.

# Преимущества проекта

Поставка в полной заводской готовности

Серийность, унификация и стандартизация

Компактность

Простота интеграции с сетью

Мобильность, широкие возможности по установке на берегу

Упрощение снятия и вывода из эксплуатации

Работа на низкообогащенном топливе

Длительная топливная кампания и непрерывная эксплуатация

Сейсмозащищенность и устойчивость к внешним воздействиям



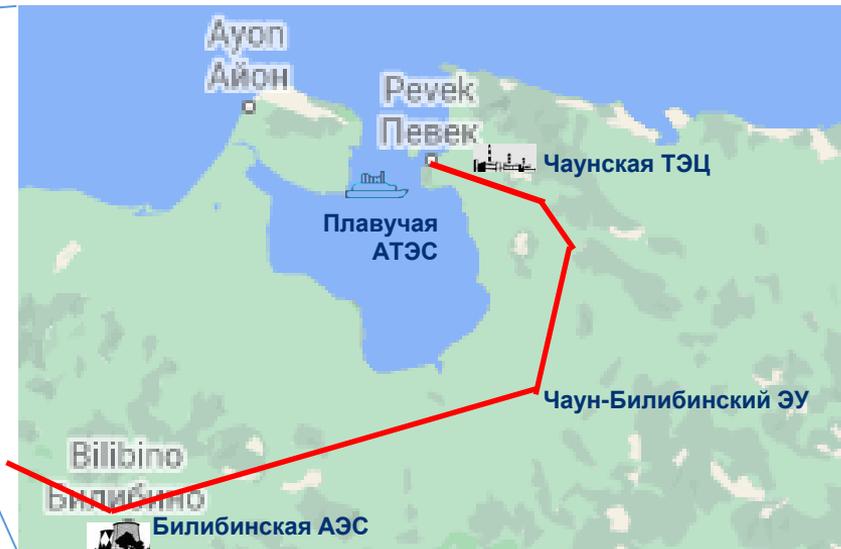
# Вызовы при реализации проекта

## Крупнейшие вызовы

1. Уникальность сооружения
2. Новый подход к регулированию
3. Отсутствие понимания, что ПЭБ – судно
4. Смешение культур флота и энергетики
5. Транспортирование вокруг Скандинавии



# Генерирующие источники Чаун-Билибинского узла



## Основные элементы Чаун-Билибинского энергоузла

ПАТЭС	70 МВт (50 Гкал/ч)
Чаунская ТЭЦ	34 МВт (99 Гкал/ч)
Билибинская АЭС	36 МВт (67 Гкал/ч)

# Баланс электрической мощности в Чаун-Билибинском узле после 2021 года

## Генерирующие источники

- **2022** год: ввод энергоцентра в г. Билибино (25 МВт).
- **2023** год: вывод Билибинской АЭС (36 МВт).
- **2026** год: вывод Чаунской ТЭЦ (30 МВт).

## Электросетевой комплекс

- **2023** год: ввод 1-й ВЛ 110 кВ Певек – Билибино.
- **2024** год: вывод ВЛ 100 кВ Встречный-Черский
- **2025** год: ввод 2-й ВЛ 110 кВ Певек – Билибино.



## Итоги работы ПАТЭС



С начала эксплуатации ПАТЭС выработала более **273 млн кВт/ч** электроэнергии



ПАТЭС обеспечивает более **60% потребностей** Чаун-Билибинского узла в электроэнергии



С начала эксплуатации ПАТЭС отпущено в тепловые сети г. Певек более **61 тыс. Гкал** тепла



После окончания реконструкции тепловых сетей г.Певек отпуск в тепловые сети города составит более **110 тыс. Гкал в год**

# Перспективы энергоснабжения Баимского ГОК от ПАЭБ

К 2027 году планируется ввод в эксплуатацию основных производственных мощностей Баимского ГОК (300 МВт). Электроснабжение Баимского ГОК планируется от плавучих атомных энергоблоков (ПАЭБ) суммарной установленной мощностью 318 МВт в районе м. Наглейнын с сооружением ВЛ Наглейнын – Билибино – Песчанка.

ПАЭБ станут надежной основой развития промышленного комплекса в удаленных регионах Арктики.



# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТА: ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ПЭБ



## Оптимизированный ПЭБ

Электрическая мощность, МВт	100
Цикл перегрузки, лет	До 10
Проектный срок службы, лет	60
Водоизмещение, тонн	16 680
Длина, м	112
Ширина, м	30
Осадка, м	5



### Реактор серии РИТМ-200

Одна из новейших разработок Росатома, которая устанавливается на современных российских ледоколах, разработана с учетом многолетнего опыта эксплуатации атомного ледокольного флота

### Применение

Оптимизированный ПЭБ с РУ РИТМ-200М может эксплуатироваться в тропических и субтропических широтах. Возможна установка опреснительного модуля

# Совершенствование технологии плавучих АЭС – ОПЭБ на базе реакторной установки РИТМ-200М

## «Академик Ломоносов»

Электрическая мощность, МВт	70
Цикл перегрузки, лет	3-4 года
Проектный срок службы, лет	40
Водоизмещение, т	21 560
Длина, м	140
Ширина, м	30
Осадка, м	5,6

## Оптимизированный ПЭБ

Электрическая мощность, МВт	100
Цикл перегрузки, лет	До 10
Проектный срок службы, лет	60
Водоизмещение, т	16 680
Длина, м	112
Ширина, м	30
Осадка, м	5



# Основные цели проекта МПЭБ с РУ РИТМ-200С

Цель проекта - создание энергоисточника для Баимского ГОК, обеспечивающего необходимые технико-экономические показатели

Проект должен обеспечить потребляемую Баимским ГОК мощность: 212 МВт (в течение 2027 г.) и 318 МВт (с 2028 по 2066 гг.)



Требуемые сроки сдачи на заводе-строителе:

- 1-й – май 2026 г.
- 2-й – август 2026 г.
- 3-й – декабрь 2027 г.
- 4-й – сентябрь 2031 г.

- Минимальное время строительства МПЭБ – 6 лет
- Поставка основного оборудования РУ, ПТУ, АСУ ТП должна быть завершена за 2 года до завершения сдаточных испытаний

# Основные участники разработки МПЭБ



ОКБМ  
АФРИКАНТОВ  
РОСАТОМ

1. АО «Атомэнергомаш» – заказчик проекта
2. ФГУП «Атомфлот» – экспертная организация заказчика проекта
3. АО «ОКБМ Африкантов» – главный конструктор РУ РИТМ-200С, ответственный за организацию работ по разработке проектной документации (технический проект МПЭБ, включая ТП РУ, ООБ, РКД), комплектный поставщик ЯЭУ
4. АО «ЦКБ «Айсберг» – генпроектант МПЭБ
5. АО «Концерн НПО «Аврора» – разработчик автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) МПЭБ
6. ПАО «КТЗ» – разработчик технического проекта ПТУ МПЭБ
7. АО «Новая ЭРА» – разработчик технического проекта ЭЭС МПЭБ
8. ФГУП «Крыловский государственный научный центр» – научный консультант
9. НИЦ «Курчатовский институт» – научный руководитель работ по созданию РУ РИТМ-200С
10. ООО ИЦ «Вектор» – разработчик технического проекта СФЗ МПЭБ



# Нормативная база по безопасности

- ❑ **НП-022-** Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами;
- ❑ **НП-029-** Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами;
- ❑ **НП-062-** Правила устройств и безопасной эксплуатации оборудования и узлов реакторных установок с водным теплоносителем плавучих атомных станций
- ❑ **СанПи 2.6.1.2523-09 НРБ-99/2009** Нормы радиационной безопасности Санитарные нормы и правила, обеспечивающие безопасность населения при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации атомных теплоэлектростанций малой мощности на базе плавучего энергетического блока **СП АТЭС-2003**».
- ❑ **НД №2-020101-138** Правила классификации и постройки морских судов, Российского морского регистра судоходства, 2021 г.
- ❑ **НД №2-020101-112** Правила классификации и постройки атомных судов и плавучих сооружений, Российского морского регистра судоходства, 2018 г.;

# Концепция безопасности

## Внутренняя

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

## Активные системы безопасности

- Комплекс активных систем, обеспечивающий безопасность реакторной установки во всех типах проектных и запроектных аварий при наличии
- 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

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

# Воздействие на окружающую среду

## Основная концепция радиационной безопасности ПАТЭС

Работа с ионизирующим излучением ведется только на борту плавучего энергоблока

### В проекте ПАТЭС за счет внедрения новых технологий:



Количество ЖРО сокращено в 3 раза по сравнению с действующими РУ атомных ледоколов.



Сброс радиоактивных отходов в забортное пространство полностью отсутствует

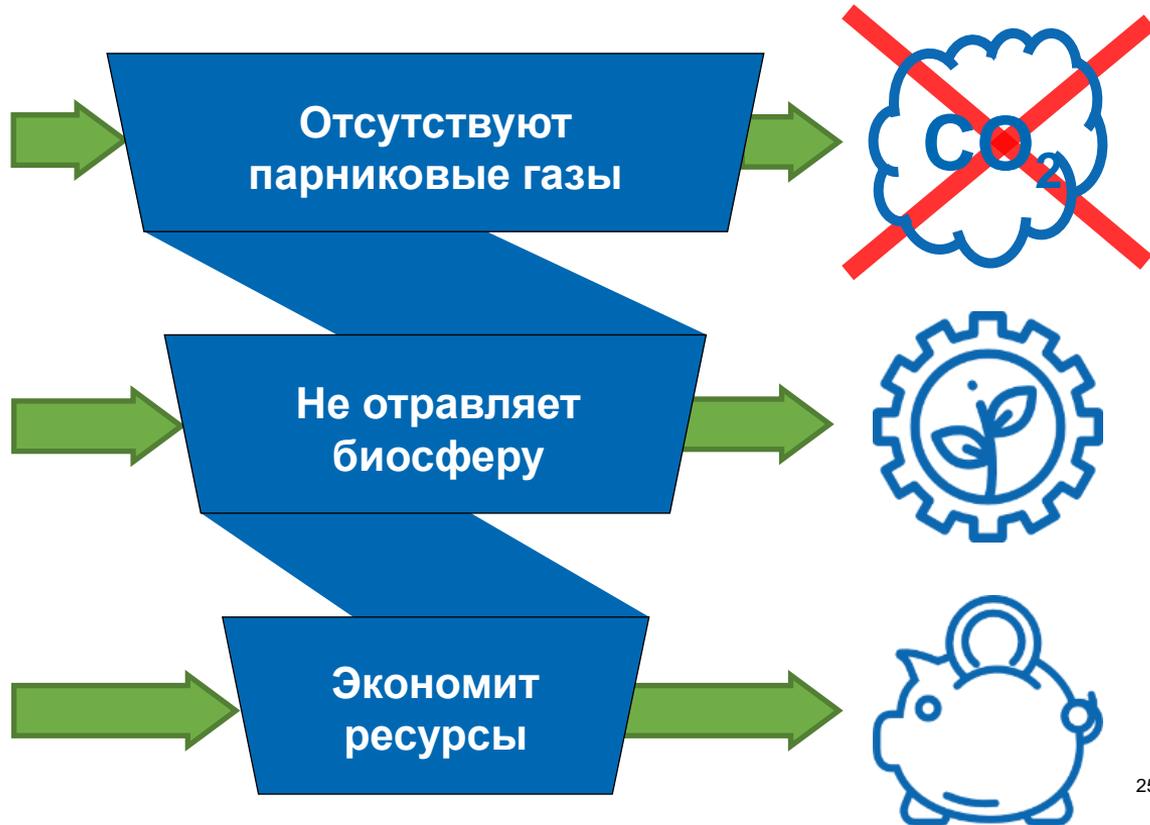


При поддержании проектных условий эксплуатации радиационное воздействие на акваторию Певека полностью отсутствует



Обеспечена радиационная безопасность системы подачи тепла на берег. Исключено ее возможное загрязнение радиоактивными веществами.

# Экологичность ПАТЭС



# Экологическая безопасность

На ПАТЭС, в месте ее базирования – г. Певеке, реализуется **Экологическая политика**, главный приоритет которой — обеспечение экологической безопасности и снижение воздействия на окружающую среду до минимально возможного уровня, защита здоровья персонала и населения.

**В санитарно-защитной зоне** вокруг атомной станции ведется постоянный мониторинг радиационной обстановки





В рамках природоохранной деятельности ПАТЭС ведет работы по искусственному воспроизведению водных биологических ресурсов

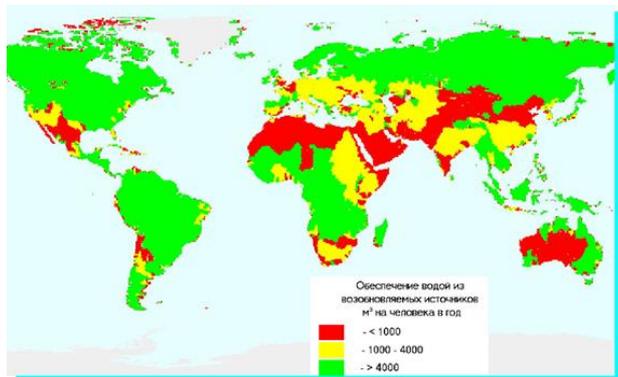
В частности в 2021 году осуществлен выпуск в бассейнах рек Дальнего Востока молоди кеты и других видов рыбы

## Охрана окружающей среды



-  Охрана окружающей среды является одной из приоритетных задач филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция».
-  Выполнен комплекс мероприятий, направленных на получение разрешительной документации, организации производственного экологического контроля и снижение негативного воздействия на окружающую среду.
-  Производственный экологический контроль в районе размещения Плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» позволил оценить состояние компонентов окружающей среды.
-  Проведенные химико-аналитические исследования атмосферного воздуха, морской воды, почвы и донных отложений не выявили превышений предельно допустимых концентраций анализируемых показателей.
-  Уровень физического воздействия объектов инфраструктуры ПАТЭС на прилегающую территорию и зону жилой застройки г. Певек не превышает установленные нормативы и находится на низком уровне.
-  Факторов, свидетельствующих о негативном влиянии хозяйственной деятельности при эксплуатации ПАТЭС на окружающую среду не зафиксировано.

# Перспективы применения ПАТЭС за рубежом



Существует устойчивый интерес, связанный с созданием энергоопреснительных комплексов для быстро развивающегося рынка опреснения морской воды



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

## **Выставкин Игорь Александрович**

Главный эксперт отдела проектных работ,  
разрешительной деятельности и лицензирования  
филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая  
атомная теплоэлектростанция»

Тел: +7 495 783 01 43

Email: [pates@rosenergoatom.ru](mailto:pates@rosenergoatom.ru)

