

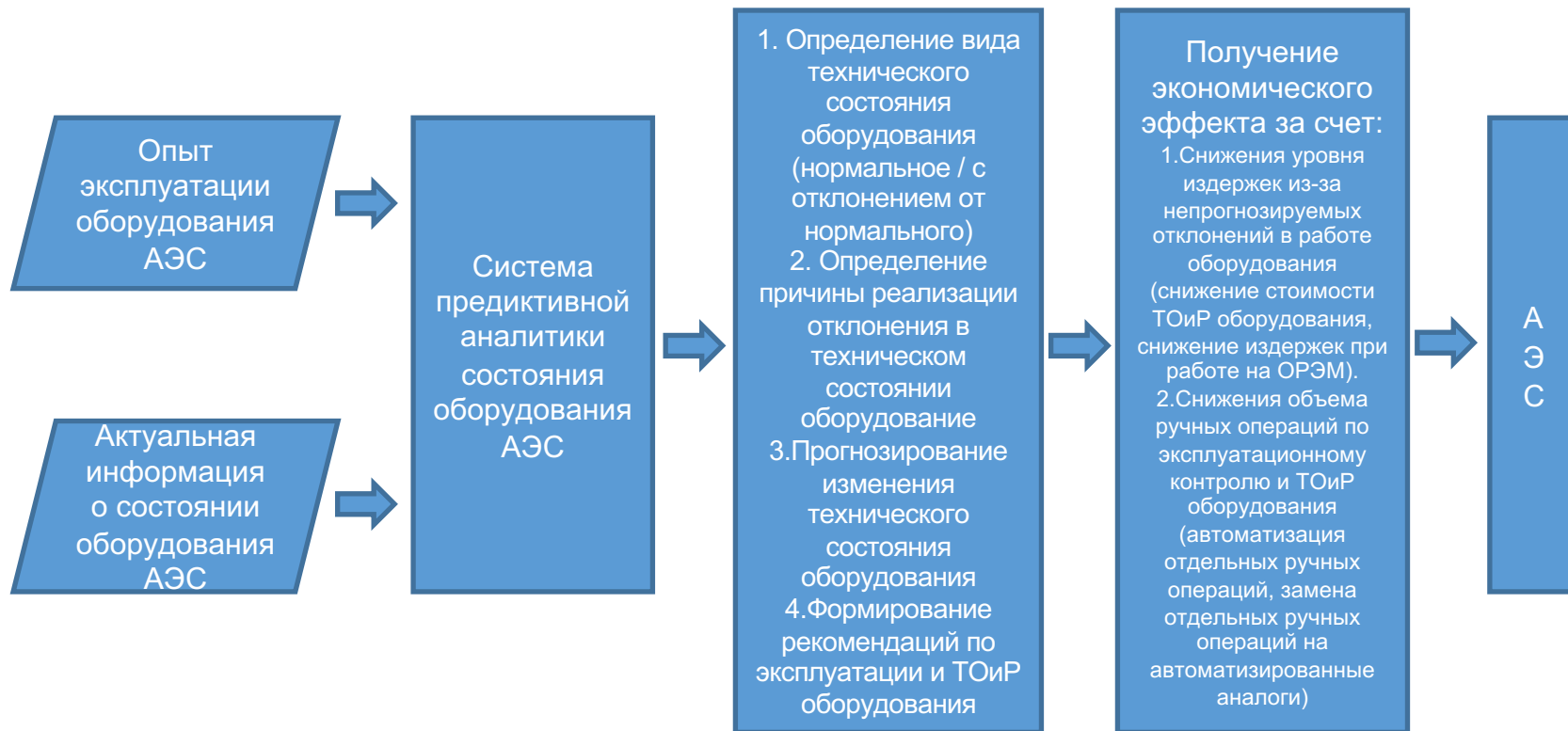


РОСЭНЕРГОАТОМ
РОСАТОМ

Проект «Предиктивная аналитика оборудования АЭС в части анализа состояния основного электротехнического и тепломеханического оборудования»

**Руководитель департамента цифровизации технической поддержки
эксплуатации энергоблоков АЭС АО «ВНИИАЭС», к.т.н
Дружаев А.А.**

Функциональные возможности системы предиктивной аналитики состояния оборудования АЭС



Верхнеуровневый план развития направления «Предиктивная аналитика состояния оборудования АЭС»

Создание пилотного образца системы предиктивной аналитики состояния оборудования АЭС

12.12.2022

- разработка эскизного проекта пилотного образца СПА
- подготовка пилотного образца СПА
- опытная эксплуатация пилотного образца СПА
- опытно-промышленная эксплуатация пилотного образца СПА
- ввод пилотного образца СПА в промышленную эксплуатацию

- сбор исходных данных и подготовка информационной основы (КС ЦОПиУП)
- разработка общего технического задания на создание первой очереди СПА
- разработка технического проекта СПА
- разработка рабочего проекта СПА
- ввод первой очереди СПА в промышленную эксплуатацию

Создание первой очереди системы предиктивной аналитики состояния оборудования АЭС

30.09.2024*

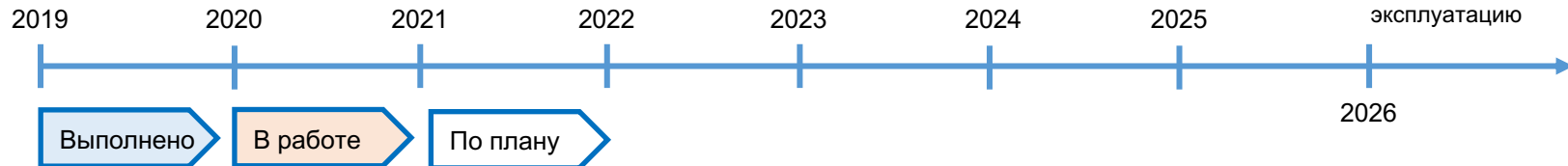
- разработка технического задания на выполнение комплекса работ по замещению иностранного СПО СПА на импортонезависимое СПО
- проектирование импортонезависимого СПО СПА
- разработка исходного программного кода импортонезависимого СПО СПА

Проведение комплекса работ по замещению иностранного специализированного программного обеспечения в составе системы предиктивной аналитики состояния оборудования АЭС на импортонезависимое программное обеспечение

31.08.2025*

- предварительные испытания и подготовка пользователей импортонезависимого СПО СПА
- опытная эксплуатация импортонезависимого СПО СПА
- приемочные испытания импортонезависимого СПО СПА и его ввод в промышленную эксплуатацию

*сроки подлежат уточнению при в ходе реализации проектов



Организационной объем направления «Предиктивная аналитика состояния оборудования АЭС»

Проект		АЭС	Кол-во энергоблоков	Кол-во единиц оборудования	Кол-во моделей	Кол-во обрабатываемых сигналов	Текущий статус
Пилотный образец СПА		Нововоронежская АЭС	1	6	~50	~1000	Промышленная эксплуатация
Первая очередь СПА	Этап 2022 г.	Нововоронежская АЭС	5	~80	~350	~7000	Модели разработаны, накопление данных для их валидации
	Этап 2023-2024 г.	Ленинградская АЭС Белоярская АЭС		~130	~500	~10000	Разработка моделей запланирована

Текущие результаты промышленной эксплуатации пилотного образца системы предиктивной аналитики

Объект анализа – турбогенератор, паротурбинная установка, контур основной охлаждающей воды (циркуляционные насосы) энергоблока № 1 НВАЭС-2.

Временные рамки представленных результатов: с 12.12.2022 по 15.03.2022.

Объект анализа	Вид отклонения	Первопричина отклонения (возможная)	Кол-во отклонений	Статус анализа отклонений со стороны АЭС / принятое решение
Контур основной охлаждающей воды	Отклонения в работе КИП	Отказ измерительных каналов	4	Анализ завершен, устранение дефектов в ближайший ППР
		Особенности условий эксплуатации измерительных каналов	4	Анализ продолжается, принимается решение о возможной классификации данных отклонений как малозначительных дефектов
	Отклонения в работе технологического оборудования	Не установлена	1	Анализ продолжается, ведется поиск первопричины
Паротурбинная установка	Отклонения в работе КИП	Недостаток наладки	1	Анализ продолжается, принимается решение о возможной классификации данного отклонения как недостатка наладки

Порядок взаимодействия АЭС и ВНИИАЭС при эксплуатации системы предиктивной аналитики

Цели взаимодействия АЭС и ВНИИАЭС

Учет компетенций и опыта АЭС при создании и верификации моделей:

- результаты разработки и верификации каждой модели должны быть согласованы АЭС;
- инициирование АЭС процессов разработки моделей для интересующих персонал единиц оборудования.

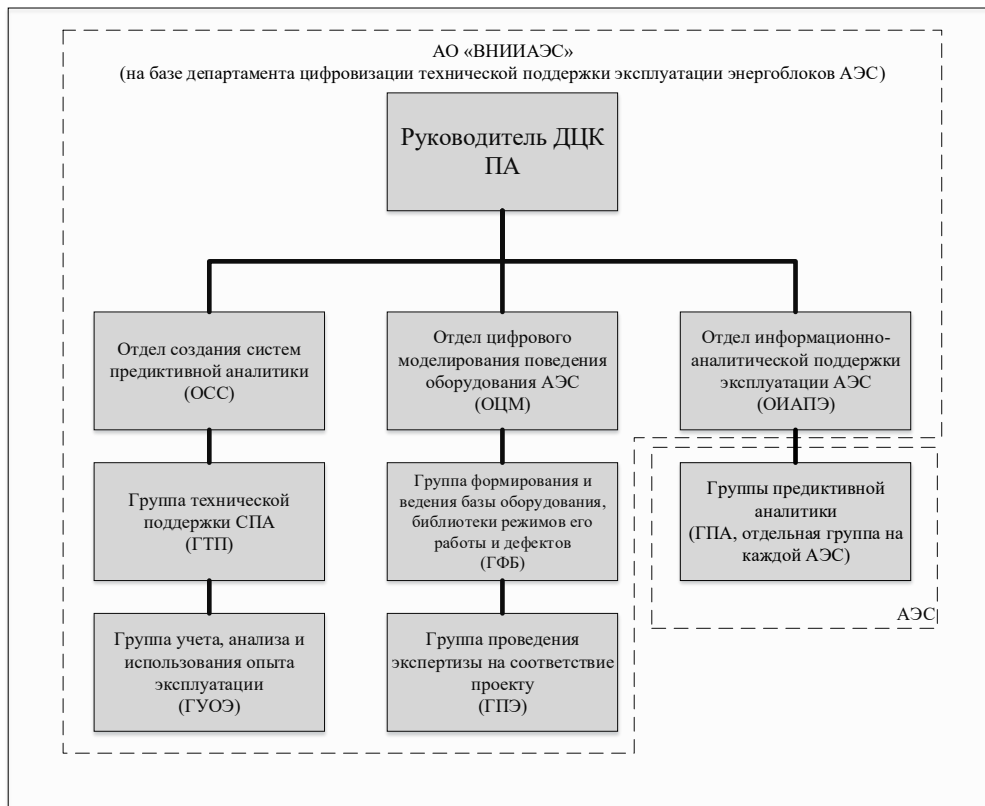
Регулярный мониторинг и анализ результатов работы моделей:

- ежедневный мониторинг и анализ результатов работы моделей силами ВНИИАЭС;
- составление регулярного (сейчас – еженедельно) сводного отчета о результатах работы СПА силами ВНИИАЭС и направление его на рассмотрение на АЭС;
- регулярное (сейчас – еженедельно) обсуждение результатов работы СПА между АЭС и ВНИИАЭС.

Целевая организационная схема взаимодействия АЭС и ВНИИАЭС:

- единый центр мониторинга и анализа результатов работы СПА на базе ВНИИАЭС;
- локальные группы для анализа результатов работы СПА на базе АЭС.

Дивизиональный центр компетенций по направлению «Предиктивная аналитика состояния оборудования АЭС»

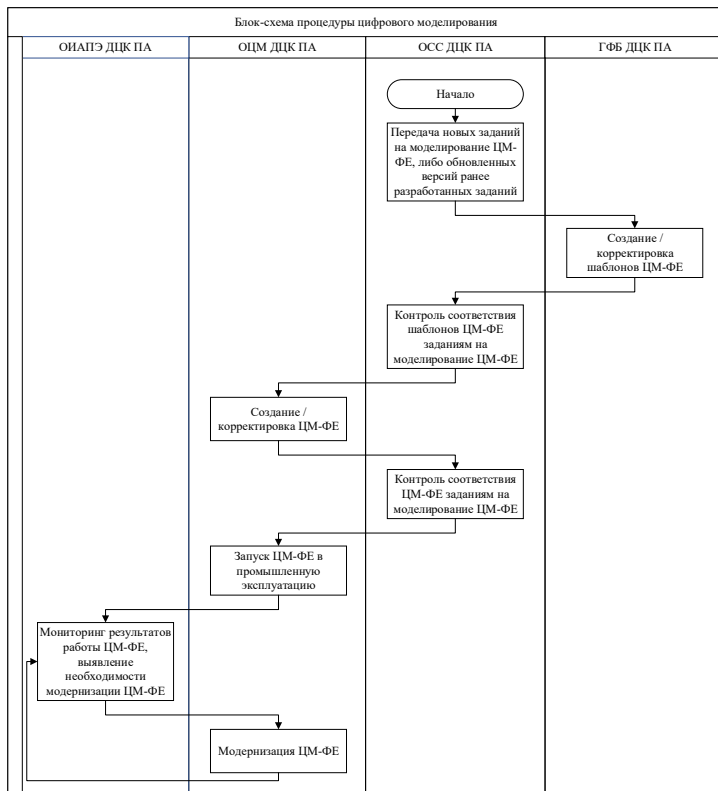


Приказом АО «Концерн Росэнергоатом» от 09.08.2022 № 9/01/1271-П утверждена **новая редакция положения о дивизиональном центре компетенций** по направлению «Предиктивная аналитика состояния оборудования АЭС», фиксирующая в том числе **целевую организационно-функциональную структуру центра компетенций и распределение функций по подразделениям центра компетенций.**

Утверждены **порядки** по реализации **двух основных процессов центра компетенций:**

- **порядок цифрового моделирования** состояния оборудования атомных станций в системе предиктивной аналитики (ПОР 1.1.3.19.1929-2022;
- **порядок информационно-аналитического** обеспечения процессов эксплуатации атомных станций с применением системы предиктивной аналитики (ПОР 1.1.3.19.1934-2022).

Порядок цифрового моделирования состояния оборудования атомных станций в системе предиктивной аналитики

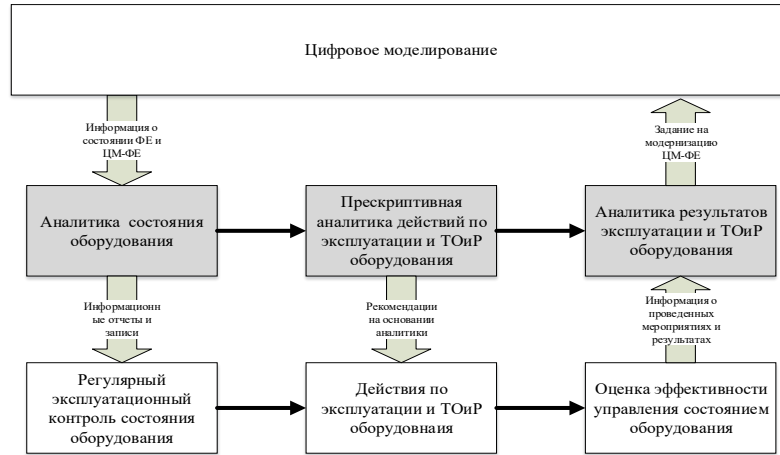


Цель процесса – создание цифровых моделей функциональных единиц (ЦМ-ФЕ) энергоблоков для последующего автоматизированного анализа их текущего состояния в составе СПА.

Этапы процесса:

- создание шаблона ЦМ-ФЕ;
- создание ЦМ-ФЕ;
- запуск ЦМ-ФЕ в промышленную эксплуатацию;
- модернизация ЦМ-ФЕ в период промышленной эксплуатации.

Порядок информационно-аналитического обеспечения процессов эксплуатации атомных станций с применением системы предиктивной аналитики



Этапы процесса:

- мониторинг сигнализаций, сформированных при работе СПА;
- анализ текущего состояния ФЕ (принятие решение о текущем состоянии оборудования – нормальное или аномальное);
- диагностическая аналитика аномального состояния ФЕ (определение причины аномального состояния оборудования);
- прогнозирование технического состояния ФЕ (определение запаса по времени до выхода параметров пределы за эксплуатационные пределы);
- создание записей о зафиксированных отклонениях в работе ФЕ или заданий на модернизацию ЦМ-ФЕ;
- формирование и направление на АЭС информационных отчетов с выявленными отклонениями в работе ФЕ;
- анализ и верификация информационных отчетов с выявленными отклонениями в работе ФЕ со стороны АЭС;
- учет и анализ корректирующих действий по эксплуатации и ТОиР оборудования.

Цель процесса – автоматизированное выявление отклонений, дефектов и отказов оборудования на ранней стадии их развития с последующим представлением информации о состоянии оборудования и выявленных дефектах, и выдачей рекомендаций персоналу АЭС для принятия корректирующих действий по эксплуатации и ТОиР оборудования.

Импортозамещение иностранных программных компонент системы предиктивной аналитики

- Ядром программного компонента СПА является иностранное программное обеспечение «AVEVA PRiSM Predictive Asset Analytics». **Необходима замена данного программного обеспечения на импортозамещенный аналог с миграцией всех ранее полученных результатов.**
- В АО «Концерн Росэнергоатом» на основании указания от 20.12.2021 № 9/03/308-У **открыт ИТ-проект REA-B-ISPA «Импортонезависимая система предиктивной аналитики».**
- Проведено **аналитическое исследование существующих отечественных программных решений в области анализа данных**, на базе которых потенциально возможно замещение иностранной программной компоненты СПА (рассмотрено 9 различных программных продуктов). Протоколом УС ИТ-проекта REA-B-ISPA от 07.06.2022 № 9/0201/1001-Пр отмечено, **что среди имеющихся отечественных решений в настоящий момент времени отсутствует решение, на базе которого возможно импортозамещение иностранной компоненты СПА, без специальной доработки.**
- Выбранный путь решения задачи импортозамещения – **доработка одного из имеющихся зрелых отечественных решений в области анализа данных до уровня полного соответствия всем требованиям АО «Концерн Росэнергоатом», предъявляемым к такого рода продуктам при их использовании в составе СПА (доработанное программное решение – исключительная интеллектуальная собственность АО «Концерн Росэнергоатом»).** Текущий статус – ТЗ утверждено, инициирована ¹⁰ соответствующая закупочная процедура.

Резюме по текущему статусу развития направления «Предиктивная аналитика состояния оборудования АЭС»

- 1 Создан и внедрен в промышленную эксплуатацию пилотный образец СПА
- 2 В ходе промышленной эксплуатации СПА выявляются отклонения в работе оборудования, по итогам анализа данных отклонений со стороны АЭС принимается решение о корректирующих мероприятиях по эксплуатации и ТОиР оборудования
- 3 Реализуется проект по созданию первой очереди СПА
- 4 Реализуется проект по импортозамещению иностранных программных компонент СПА