

Управление жизненным циклом оборудования с использованием NPT Platform

 ЭнергопромАвтоматизация



В статье рассмотрены вопросы контроля жизненного цикла активов предприятия. Представлено описание программного продукта NPT Platform для построения корпоративных информационных систем и обзор основных функций внедряемой в ПАО «ФСК ЕЭС» системы автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС – ПТК «Эксплуатация».

ГК «ЭнергопромАвтоматизация», г. Санкт-Петербург,
ПАО «Россети», г. Москва

С развитием технологий, повышением уровня автоматизации и внедрением новых типов современного оборудования растут требования к уровню подготовки эксплуатирующего персонала и затраты на обслуживание. Для надежного функционирования любого предприятия задача организации качественного технического обслуживания с использованием новых цифровых технологий выходит на первый план. Оборудование, средства измерения, системы автоматизации – всё это активы предприятия, имеющие свой жизненный цикл. Другой важной задачей является контроль жизненного цикла активов.

Для правильной и эффективной организации работ по обслуживанию технологических систем и оборудования важно иметь оперативную и достоверную информацию о состоянии активов. Для небольшого предприятия обычно это не является фундаментальной проблемой, но если речь идет о крупном генерирующем объекте, сетевой компании, промышленном предприятии с несколькими филиалами, то вопрос учета активов и оценка их состояния превращается в отдельную задачу.

В условиях, когда на рынке представлено множество производителей

оборудования, проектных и наладочных организаций, контролировать весь жизненный цикл активов возможно только с использованием специализированных программных комплексов. Системы автоматизации в части управления активами создавались и ранее. Многолетний опыт внедрения подобных систем показывает, что наряду с успешным решением отдельных частных задач с ростом количества активов и самих автоматизированных систем часто наблюдается обратный эффект – затраты предприятия на обслуживание информационных систем становятся соизмеримы с затратами на обслуживание активов, при этом качество обслуживания не повышается или повышается незначительно. Основные причины в следующем:

- ▶ автоматизируется только часть задач управления активами;
- ▶ внедрение информационных систем многие годы велось разрозненно, в результате системы, как правило, функционируют изолированно друг от друга;
- ▶ нет единых правил описания активов, нет единой базы, информация в различных информационных системах структурирована по-разному;
- ▶ не определены единые правила взаимодействия между информаци-

онными системами, в результате чего затруднен обмен информацией между ними, наблюдается дублирование информации, отсутствует синхронизация.

Для успешного решения задачи управления активами можно сформулировать следующие основные требования для информационной системы управления активами предприятия:

- ▶ система должна реализовывать задачи управления активами на всем жизненном цикле, начиная с этапа проектирования и заканчивая выводом из эксплуатации;
- ▶ для описания активов, построения баз данных должна применяться единая система классификации и кодирования на базе CIM (Common Information Model);
- ▶ наличие различных механизмов взаимодействия с другими информационными системами для исключения дублирования основных функций и обеспечения однократного ввода информации;
- ▶ обеспечение функций прямого взаимодействия с активами для реализации автоматического сбора и анализа диагностической и аварийной информации;
- ▶ наличие в системе встроенных средств для построения масштабиру-

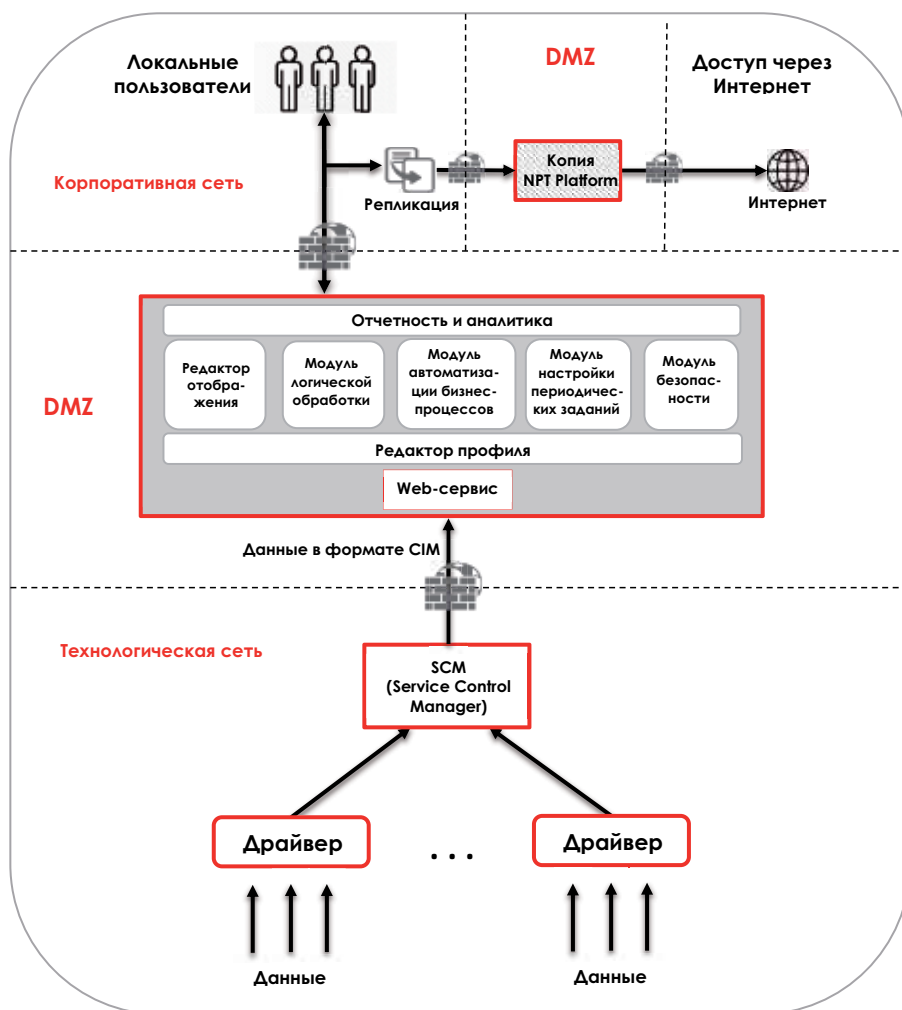


Рис. 1. Пример организации отдельного узла распределенной системы

емой распределенной иерархической структуры с одновременным обеспечением требований информационной безопасности.

ГК «ЭнергопромАвтоматизация» разрабатывает и поставляет корпоративные информационные системы (КИС) на базе собственного программного продукта NPT Platform, который позволяет создавать информационные системы для автоматизации производственной деятельности предприятий на основе общей информационной модели (CIM), автоматического сбора и обработки данных с микропроцессорных устройств и анализа собранных данных с использованием инструментов гибкой логики.

NPT Platform представляет собой пакет программных средств, а также набор готовых решений для построения распределенных, многоуровневых систем управления активами предприятия. Средства NPT Platform обеспечивают непрерывную работу в многопользовательском режиме с при-

менением локального и удаленного доступа к информационной системе как в рамках корпоративных сегментов сетей связи, так и с возможностью использования интернет-подключений. Пример построения информационного узла с использованием интернета показан на рис. 1.

Функции управления жизненным циклом систем и оборудования, реализованные в информационных системах на базе NPT Platform, обеспечивают хранение, передачу и обработку информации на всех этапах жизненного цикла в цифровом виде. Реализация информационного обмена и хранение данных в системах на базе NPT Platform опирается на отечественные и международные стандарты – общую информационную модель (Common Information Model, CIM) – ГОСТ Р 58651, МЭК 61970, МЭК 61968 и МЭК 62325 [1–9].

Интересным примером построения информационных систем управления жизненным циклом на базе

NPT Platform является внедряемая в ПАО «ФСК ЕЭС» система автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС – ПТК «Эксплуатация». Разработка ПТК «Эксплуатация» проводилась в рамках НИОКР, организованных ПАО «ФСК ЕЭС», группой компаний «ЭнергопромАвтоматизация» в составе консорциума с АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и ООО «Релематика».

На первом этапе (НИОКР-1) была реализована вся базовая функциональность системы, произведено ее развертывание в пилотных зонах, предоставлен доступ пользователям к системе из всех филиалов и исполнительного аппарата ПАО «ФСК ЕЭС».

Базовая функциональность ПТК «Эксплуатация» включает в себя:

- ▶ формирование и ведение единого реестра оборудования ПС в части устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений;
- ▶ ведение базы данных НТД;
- ▶ ведение базы данных о производителях, изготавливаемом оборудовании, поставщиках, проектных и наладочных организациях;
- ▶ ввод данных о состоянии оборудования, автоматический сбор данных диагностики в рамках пилотной зоны, автоматический анализ данных диагностики в системе;
- ▶ автоматический сбор и экспресс-анализ данных о технологических нарушениях, включая ручной и автоматический анализ данных осциллограмм;
- ▶ реализацию полного цикла планирования работ по техническому обслуживанию и ремонтам устройств РЗА и АСУ ТП, а также планирование мероприятий по проведению метрологического контроля;
- ▶ интеграцию с существующими информационными системами для реализации различных бизнес-задач (согласование заявок, планирование выводов оборудования, пополнение ЗИП и т.д.), в том числе взаимодействие с информационными системами «Системного оператора»;
- ▶ формирование отчетных форм, в том числе по формам Минэнерго;
- ▶ реализацию сервисных функций: управление пользователями, репликацию данных, настройку функций информационной безопасности и т.п.

В рамках второго этапа (НИОКР-2) производится расширение функциональности системы в части поддержки новых профилей СИМ и реализации расчетных задач. Одной из базовых задач НИОКР-2 является реализация функций автоматического анализа работы устройств РЗА и ряда расчетных задач. Важным этапом этой работы стало создание типовых и специализированных профилей СИМ для устройств РЗА, в результате чего был разработан проект ГОСТ СИМ РЗА. Это позволило построить в рамках NPT Platform открытую платформу для решения расчетно-аналитических задач.

Открытая платформа представляет собой расширяемую открытую микросервисную архитектуру (представлена на рис. 2), на базе которой в ПТК «Эксплуатация» подключаются расчетно-аналитические модули цифровизации жизненного цикла РЗА.

Так как платформа полностью открыта, то появилась возможность интеграции расчетных модулей, разработанных сторонними организациями (например, производителями оборудования). Это позволяет перейти на использование более абстрактных цифровых моделей терминалов РЗА (цифровых двойников), формализовать описания терминалов различных производителей на функциональном уровне и реализовать общие расчетные задачи без привязки к производителю оборудования. В результате в системе все расчетные задачи могут выполняться независимо от типа и модели оборудования, а конечная интерпретация результатов расчета преобразуется в фирменном внешнем модуле, предоставляемом производителем терминала, что позволяет избежать ряда ошибок, связанных с особенностями

реализации внутреннего программного обеспечения терминалов РЗА различных производителей.

На данный момент в системе предусмотрено наличие расчетных модулей следующих типов: модуль расчета токов короткого замыкания (ТКЗ), модуль выбора «универсальных» уставок РЗА (без привязки к производителю), модули расчета уставок МП РЗА и ЭМ РЗА (с привязкой к производителю), модуль анализа срабатывания устройств РЗА, модуль оценки технического состояния РЗА.

Модуль расчета ТКЗ представляет собой встроенную функцию и предназначен для расчета значений токов и напряжений в точке короткого замыкания. Результатом работы модуля расчета ТКЗ являются:

- ▶ расчет токов в ветвях схемы электрической сети при заданном коротком замыкании;
- ▶ расчет напряжений в узлах схемы электрической сети при заданном коротком замыкании;
- ▶ расчет сопротивлений ветвей схемы электрической сети при заданном коротком замыкании.

Модуль выбора «универсальных» уставок предназначен для расчета уставок обезличенного устройства РЗА с заданными функциями защиты. С помощью модуля производится автоматизация процедуры расчета уставок, в процессе которого выполняются следующие действия:

- ▶ определение точек короткого замыкания для выбранной функции РЗА;
- ▶ определение режимов расчета для выбранной функции РЗА;
- ▶ формирование задания на расчет токов короткого замыкания;
- ▶ расчет уставок для выбранной функции РЗА.

Модуль работает совместно с модулем расчета токов короткого замыкания.

Модули расчета уставок с привязкой к типу и производителю РЗА реализуются в рамках открытой микросервисной архитектуры и предназначены для пересчета значений выбранных ранее «универсальных» уставок для применения в конкретном типе оборудования РЗА. Результатом работы модуля является новый бланк уставок для выбранного терминала в формате производителя.

Модуль анализа срабатывания устройств РЗА предназначен для выполнения автоматического анализа правильности работы РЗА с использованием современных технологий, в том числе основанных на применении нейронных сетей. Результаты работы модуля используются для оценки технологических нарушений и анализа состояния устройства.

На начальном этапе выполняется обучение нейронной сети с использованием обучающих материалов, представленных в виде осциллограмм аварийных процессов, которое включает в себя классификацию переходных процессов в электрической сети и классификацию работы устройств РЗА (правильное срабатывание, ложное срабатывание, допущенное неправильное срабатывание, допущенное несрабатывание, излишнее срабатывание, допущенное неправильное срабатывание, отказ срабатывания).

Обучение модуля проводится в два этапа — на специализированно сформированных тестовых данных и на реальных данных, полученных в процессе эксплуатации.

Анализ правильности работы РЗА включает в себя:

- ▶ выделение информационной составляющей в аналоговых сигналах осциллограмм для отсеивания осциллограмм, не содержащих полезной информации;
- ▶ определение наличия короткого замыкания;
- ▶ определение поврежденного элемента сети;
- ▶ определение состава функций, которые должны были сработать;
- ▶ оценку правильности срабатывания устройств РЗА;
- ▶ расчет ожидаемого времени до насыщения ТТ в зависимости от уровня протекающего тока и типа ТТ;



Рис. 2. Использование открытой микросервисной архитектуры

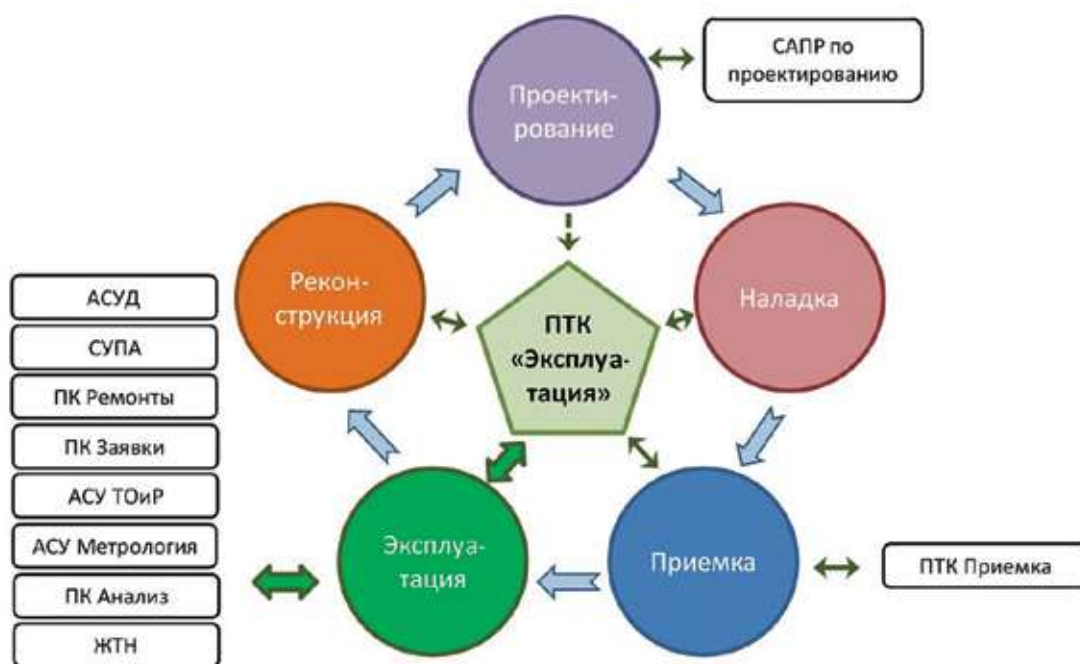


Рис. 3. Место ПТК «Эксплуатация» в организации управления жизненным циклом оборудования

► проверку уставок, определенных по критерию расчета чувствительности и селективности.

Модуль оценки технического состояния терминалов РЗА предназначен для обобщенного анализа диагностической, аварийной и иной информации об устройстве и формирования выводов о его техническом состоянии и объеме работ по техническому обслуживанию. В качестве исходной информации для оценки состояния модуль использует данные сигналов самодиагностики устройства, данные подсистемы автоматического мониторинга измерений (ПАМИ), результаты работы модуля анализа срабатывания РЗА, записи журнала технологических нарушений, результаты плановых проверок и опробований.

Модуль оценки технологического состояния может включать в себя внешний модуль анализа состояния, предоставляемый производителем РЗА и подключаемый через открытую микросервисную архитектуру. В этом случае производитель по данным диагностики может предоставить более подробную оценку технического состояния устройства и дать прогноз по дальнейшей эксплуатации, что позволит в перспективе перейти на режим обслуживания по фактическому состоянию.

Важнейшей частью внедрения ПТК «Эксплуатация» стало создание внутри самого комплекса бизнес-процессов, позволяющих разгрузить пер-

сонал в части выполнения множества формальных операций — написания писем, согласований и т. п. Покажем, как это происходит, на примере работы с терминалами РЗА. При появлении необходимости изменения параметров срабатывания терминала РЗА расчетчик, применяя ПТК, производит расчет и формирует заявку на изменение уставок конкретного терминала. К заявке прикрепляется новый бланк параметров срабатывания и файл конфигурации терминала РЗА. Специалист службы эксплуатации, получив заявку, подтверждает ее с указанием плановой даты проведения работ и формирует в системе заявку на вывод оборудования. После этого ПТК начинает процесс согласования заявок с другими службами посредством взаимодействия через ПК «Заявки». В назначенную дату ПТК инициирует процедуру открытия заявок. После подтверждения открытия заявки релейщик приступает к работе по изменению настроек терминала, используя готовые бланки уставок и конфигурационные файлы, прикрепленные к электронной заявке. Завершив изменения, релейщик выполняет необходимые проверки, оформляет протокол и подгружает его в систему, после чего заявка закрывается. Расчетчик получает уведомление от системы о выполнении задания и, видя в системе протокол проверки терминала с новыми настройками, подтверждает изменение параметров срабатывания РЗА. Та-

ким образом, в ПТК есть вся история о выполнении процедуры изменения настроек, подтвержденная документальными свидетельствами и выполненная без использования бумажного документооборота. Именно ведение сложных бизнес-процессов в единой информационной системе, такой как ПТК «Эксплуатация», с организацией электронного взаимодействия между службами и множеством заинтересованных лиц, позволяет снизить временные затраты на обслуживание и сократить количество ошибок.

Опыт внедрения ПТК «Эксплуатация» показал, что использование современных подходов к методам сбора и обработки информации, широкое применение международных и российских профилей СІМ, взаимная интеграция с существующими информационными системами, а также переход к использованию открытых архитектур позволяют создавать качественно новые продукты корпоративного применения для управления жизненным циклом оборудования.

Выводы

Внедрение информационных систем управления жизненным циклом оборудования на базе NPT Platform позволяет:

- создавать цифровые паспорта устройств и технологических подсистем;
- создать единое информационное пространство между различными

программными комплексами (согласование графиков АСУ РЭО, бюджета (АСУ ТОиР), заявок (ПК Заявки) и т.д.) → персонал работает в одном программном комплексе;

▶ обеспечить контроль за исполнением работ по ТОиР;

▶ сократить время анализа неисправностей и аварийных нарушений → сокращение времени принятия решений;

▶ осуществить переход на обслуживание по состоянию.

Литература

1. ГОСТ Р 58651.2-2019 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Базисный профиль информационной модели.

2. ГОСТ Р 58651.3-2020 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Профиль информационной модели линий электропередачи и электросетевого оборудования напряжением 110–750 кВ.

3. ГОСТ Р 58651.4-2020 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информацион-

ная модель электроэнергетики. Профиль информационной модели генерирующего оборудования.

4. IEC 61970-600-1:2021 Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 600-1. Общий стандарт обмена моделями энергосистемы (CGMES). Структура и правила (Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 600-1: Common Grid Model Exchange Standard (CGMES) – Structure and rules).

5. IEC 61970-600-2:2021 Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 600-2. Общий стандарт обмена моделями энергосистемы (CGMES). Спецификация профилей обмена (Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 600-2: Common Grid Model Exchange Standard (CGMES) – Exchange profiles specification).

6. IEC 61970-456 (2018) Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Часть 456. Профили состояния разрешенных энергетических систем (Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 456: Solved power system state profiles).

7. IEC 61970-CGMES (2020) Интерфейс прикладных программ системы управления производством и распределением электроэнергии (EMS-API). Общая спецификация обмена моделями энергосистемы (CGMES) (Energy management system application program interface (EMS-API) – Common Grid Model Exchange Specification (CGMES)).

8. IEC 61968 Part 11: Common information model (CIM) extensions for distribution – Edition 2.0, March 2013.

9. IEC 61325-301 (2018) Схема коммуникаций энергетического рынка. Часть 301. Расширения общей информационной модели (CIM) для рынка.

А. С. Шеметов, начальник управления развития РЗА и метрологии
Департамента РЗА, метрологии и АСУ ТП,
ПАО «Россети», г. Москва,
О. В. Кириенко, технический директор,
И. Е. Кумец, заместитель генерального
директора по НИОКР,
ООО «НТЦ «ЭнергопромАвтоматизация»,
г. Санкт-Петербург,
тел. +7 (812) 702-1928,
e-mail: office@epsa-spb.ru,
сайт: www.epsa-spb.ru

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

26–28 апреля 2022

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Организаторы:

EXPOFORUM

Тел.: +7 (812) 240 4040
energetika@expoforum.ru

РЕСТЭК®

Тел.: +7 (964) 331 3398
E-mail: tyapunova@restec.ru

www.energetika-restec.ru