РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

ОБЗОР ЛУЧШИХ ПРАКТИК

ГК «РОСАТОМ»

Малый коммерческий диспетчер (накопители)

Demand Response

СІМ-модель

Цифровой электромонтер

Мониторинг и контроль строительства «ПТК СОК»

ПАО «ИНТЕР РАО»

ластерная ЦПС

Предиктивная аналитика

Электротранспорт (зарядная инфраструктура)

Стандартное ТОРО на 1С

АО «СО ЕЭС»

Мобильный обходчик

ЦПС (типовые решения)

АЭК

АСУД

Цифровой электромонтер

ПАО «РОССЕТИ»

Интеллект мониторинг силового оборудования (АСМД)

Энергоэффективность ("Умные здания")

Удаленный мониторинг РЗиА

БПЛА-мониторинг

Робот-оператор

ИНТЕРТЕХЭЛЕКТРО

Мониторинг и контроль строительства «ПТК СОК»

ПТК визуального осмотра за состоянием оборудования

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Российский опыт цифровой трансформации 1

ОГЛАВЛЕНИЕ 2

ОБРАЩЕНИЕ 4

ВВЕДЕНИЕ 8

1.1 Информационный обмен на основе открытых стандартов CIM 17

1.1.1 Проект АО «СО ЕЭС» по созданию CIM-модели 20

1.2 Проекты, направленные на развитие рекомендательных систем и интеллектуальных систем поддержки принятия решений 23

1.2.1 АО "НТЦ ФСК ЕЭС": проект «Единая цифровая система энергосбережения» 25

1.2.2 ПАО «Интер РАО»: Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в Группе компаний «Интер РАО» 32

1.2.3 ПАО «Интер РАО»: проект по созданию автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования «Мобильный обходчик» 37

1.2.4 ПАО «Россети Московский регион»: проект «Цифровой электромонтер» 43

1.3 Проекты, направленные на развитие «Цифровой сети» и ее управление 47

1.3.1 АО «СО ЕЭС»: Активные энергетические комплексы 51

1.3.2 АО «СО ЕЭС»: Пилотный проект по разработке и внедрению целевой модели управления спросом на электроэнергию (Demand Response). 57

1.3.3 ПАО «Россети»: Цифровая подстанция (типовые решения) 64

1.3.4 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой 68

1.3.5 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Пилотный проект по установке Систем накопления электроэнергии для оптимизации стоимости покупки электроэнергии 72

1.3.6 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров 76

1.3.7 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций 82

1.4 Проекты, направленные на развитие интеллектуального мониторинга работы электротехнического оборудования 86

1.4.1 ПАО «Россети»: Интеллектуальный мониторинг силового оборудования энергообъектов (АСМД) 89

1.4.2 ПАО «Россети»: Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений 93

1.4.3 ПАО «Россети»: Система автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС. Автоматизированная цифровая система мониторинга и анализа функционирования устройств РЗА 97

1.4.4 ПАО «Россети»: Дистанционный мониторинг состояния линейных объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА 103

1.5Проекты, направленные на развитие отдельных сегментов рынка.....108

1.5.1 ПАО «Россети»: Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта 108

1.5.2 ПАО «Интер РАО»: Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum....114

1.5.3 ПАО «Россети»: проект «Роботизированная обработка телефонных обращений»..120

1.5.4 ООО «Центр 2М»: Мобильный оператор цифровых устройств.....123

ОБРАЩЕНИЕ

ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА», РУКОВОДИТЕЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ «СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ»

С момента своего создания Ассоциация ведет активную деятельность как отраслевой центр компетенций цифровой трансформации электроэнергетики. Мы видим первые результаты реализации мероприятий «Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики», на высоком уровне готовности находится ряд разрабатываемых на базе Ассоциации проектов.

«Стратегия цифровой трансформации электроэнергетики», созданная совместными усилиями входящих в Ассоциацию ведущих энергетических компаний России, является важнейшим результатом работы Ассоциации на начальном периоде ее существования. Стратегия формирует представление о том, как будет выглядеть отрасль в перспективе ближайшего десятилетия. Стратегию отличает прагматичный подход, так как при разработке целевого видения развития отрасли (целевого сценария) отталкивались от текущего состояния и условий функционирования электроэнергетики России. В частности, учитывалось, что электроэнергетический рынок сильно зарегулирован, для сбытового сегмента характерен низкий уровень конкуренции, а в структуре генерации преобладает централизованная модель. Такое положение дел заставляет игроков рынка в стратегическом плане преимущественно ориентироваться на повышение эффективности персонала и внутренних процессов во всех сегментах цепочки создания стоимости.

Среди основных инструментов цифровой трансформации электроэнергетики: внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии, цифровизация взаимодействия с потребителями, создание

новых клиентских сервисов. Целью таких изменений является необходимость обеспечить потребителю 100 % возможность дистанционно получить любую услугу в сфере электроснабжения, предоставление которой возможно в цифровом формате. Всего в рамках Стратегии выделены 33 цифровых технологии, релевантные для электроэнергетической отрасли, из которых 18 определены как приоритетные. Результатом реализации Стратегии должны стать повышение качества обслуживания потребителей, уровня безопасности, эффективности и экологичности производства, транспортировки и сбыта электроэнергии, повышение прозрачности ценообразования, снижение коррупции. Все это определено как ключевые показатели эффективности отрасли к 2030 году. Мы предполагаем, что через десять лет рынок станет высококонкурентным в части сбыта – у потребителей расширятся возможности выбора поставщика, активизируются процессы либерализации рынка. Фокус внимания игроков сместится на создание и развитие инновационных цифровых услуг в электроэнергетике.

При Правлении Ассоциации активно работают шесть Экспертных групп по ключевым направлениям цифровой трансформации электроэнергетики, причем высокий уровень специалистов, входящих в состав каждой группы, говорит о важности рассматриваемых на этих площадках вопросов. Также в их работе принимают активное участие представители профильных министерств.

Так, в рамках Экспертной группы по формированию «Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики» под моим руководством в 2020 году определен Перечень перспективных проектов с использованием цифровых технологий, реализация которых может представлять интерес для всех участников Ассоциации. Помимо этого, с целью обмена опытом о развитии и внедрении цифровых технологий, начиная с августа 2020 года,

практически в еженедельном формате на площадке Экспертной группы рассматривались проекты компаний-членов Ассоциации. Цифровые технологии, применяемые в таких проектах, соответствуют 19 из 33 цифровых технологий, определенных Стратегией, и все проекты направлены на достижение заявленных ключевых показателей эффективности Стратегии. Дополнительно мы увидели, что часть проектов имеет кросс-отраслевой характер, то есть они могут быть применены в разных видах деятельности (генерация, сети, сбыт), что еще раз подтвердило необходимость в обмене опытом на постоянной основе. Более того, стало очевидным, что часть технологий и решений могут быть востребованы не только в Российской Федерации, но имеют экспортный потенциал. Наша страна может стать поставщиком решений в ближнем и дальнем зарубежье, в этой связи необходима дальнейшая консолидация не только компаний-членов Ассоциации, но и поддержка со стороны государства.

Поэтому в настоящем Альманахе мы собрали не просто цифровые проекты наших Членов, тем самым, на конкретных примерах подтверждая практическую составляющую цифровой трансформации электроэнергетической отрасли, но и в целом показали, какие цифровые технологии применяются и как за этот счет достигаются установленные в Стратегии ключевые показатели эффективности. Оказалось, что подобный обмен опытом, позволяющий на конкретных примерах увидеть, что происходит у «коллег по цеху», оказался востребованным не только членами Ассоциации. К концу 2020 года мы получили запросы от ведущих компаний ТЭК, промышленности и компаний-разработчиков цифровых решений на участие в подобного рода мероприятиях. Поэтому мы подумали и решили расширить в 2021 году список наших докладчиков, чтобы в следующем году подготовить Альманах с учётом практического внедрения цифровых технологий в Российской Федерации.

Нам всегда приятно получать обратную связь на наши мероприятия и ждем их и сейчас, чтобы учесть в работе на будущее. Надеемся, что наш такой опыт будет полезен не только компаниям отрасли и Минэнерго России, но и в целом всем, кто так или иначе включен в цифровую повестку.

С уважением,

Председатель Правления Ассоциации «Цифровая энергетика»,
Руководитель Экспертной группы по формированию «Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики»
Т.А. Меребашвили

ВВЕДЕНИЕ

В 2020 году на площадке Ассоциации представлен и рассмотрен 21 проект компаний-членов Ассоциации[1]:

Проекты ПАО «Интер РАО»:

1. Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum в Группе Интер РАО (АСУД ИК).
2. Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе ИнтерРАО».
3. Создание автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования (мобильный обходчик).

Проекты ПАО «Россети»:

1. Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта.
2. Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД).
3. Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений.
4. Цифровая подстанция (типовые решения).
5. Удаленный мониторинг РЗиА.
6. Роботизированная обработка телефонных обращений.
7. Единая цифровая система энергосбережения.
8. Цифровой электромонтер (АСУ мобильных бригад).
9. Дистанционный мониторинг состояния линейных объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА.

[1] Два проекта не включены в Альманах в связи с «закрытым» характером их рассмотрения

Проекты Госкорпорации «Росатом»:

1. Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой.
2. Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии.

Проекты АО «СО ЕЭС»:

1. Создание CIM-модели.
2. Пилотный проект по созданию активных энергетических комплексов.
3. Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки из диспетчерских центров.
4. Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций.
5. Управление спросом на электроэнергию (Demand Response).

Проект ООО «Центр 2М»:

1. «Мобильный оператор цифровых устройств»[2].

Не все проекты представлены в настоящем Альманахе, так как исходя из стадии зрелости проекта и внедряемого цифрового решения, проекты рассматривались в «закрытом» режиме.

При этом, все проекты:

ранжированы в разрезе применяемых сквозных цифровых технологий (далее – СЦТ), перечень которых актуализирован в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 2 июля 2020 года

[2] Проект рассмотрен в 2021 году, поскольку ООО «Центр 2М» является новым членом Ассоциации, присоединившимся в конце 2020 года. В Альманахе представлены проекты с учётом проекта ООО «Центр 2 М».

№ 974 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»;

соотнесены с 33 цифровыми решениями, признанными релевантными для электроэнергетики, в соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, разработанной Ассоциацией;

идентифицированы на принадлежность к группе кросс-отраслевых цифровых решений и «мета-проектов» Национальной технологической инициативы.

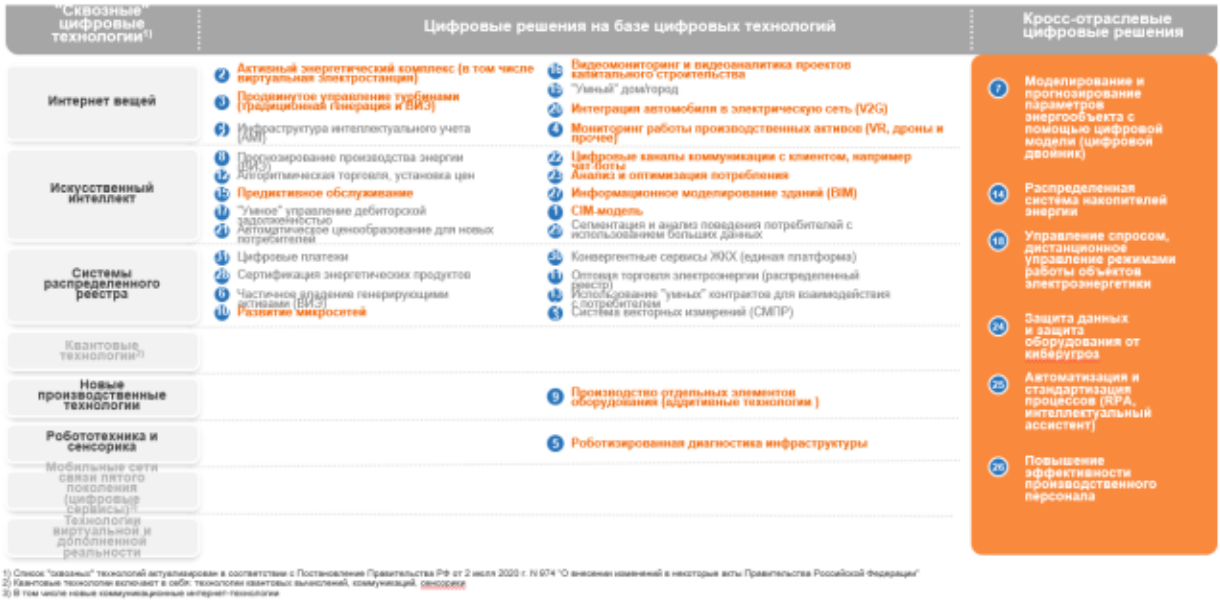


Рисунок 3 – Перечень цифровых технологий, определенных Стратегией, СЦТ, кросс-отраслевые цифровые решения

Ранжирование в разрезе СЦТ.

Наибольшее применение при реализации проектов получили технологии «Интернета вещей», «Искусственного интеллекта» и «Новые производственные технологии». Технологии «робототехники и сенсорики» применены только в двух проектах ПАО «Россети», направленных на дистанционный мониторинг работы объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА и специального ПТК. В рамках СЦТ «Системы

распределенного реестра» представлен один проект АО «СО ЕЭС» - пилотный проект по созданию Активных энергетических комплексов. Также один проект представлен в рамках СЦТ «Новые коммуникационные технологии» - это проект «Мобильный оператор цифровых устройств» компании ООО «Центр 2М». Такие СЦТ как «квантовые технологии» и «технологии виртуальной и дополненной реальности» не охвачены в рамках реализации представленных проектов.

Важно отметить, что подавляющее большинство проектов реализуется с использованием цифровых решений, относящихся к нескольким СЦТ.

Рисунок 2 – Цифровые проекты компаний-Членов Ассоциации в разрезе СЦТ.

Соотнесение с цифровыми технологиями Стратегии.

Дополнительно был проведен анализ использования компаниями 33 цифровых решений, признанных релевантными для электроэнергетики, в соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики (общий список решений представлен в Приложении). Данный анализ выявил,

что в рассматриваемых проектах были использованы 19 цифровых решений из 33-х. Информация по проектам в разрезе Цифровых решений Стратегии представлена в Таблице 1. Также Стратегией был закреплен более узкий перечень, состоящий из 18 цифровых решений, признанных первоочередными к внедрению и релевантными для дальнейшего масштабирования. Важно отметить положительную динамику реализации Стратегии в данном направлении, так как всего 4 цифровых решения из 18 оказались не в фокусе представленных проектов. Остальные 14 цифровых решений активно используются в реализации проектов, при этом, как уже было сказано выше, в одном проекте зачастую используется несколько цифровых решений.

Цифровые решения Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики	Название проекта	Инициатор проекта
Интернет вещей		
Активный энергокомплекс, в т.ч. виртуальная электростанция	Пилотный проект по созданию активных энергетических комплексов	АО "СО ЕЭС"
Интеграция автомобиля в электрическую сеть (V2G)	Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта	ПАО "Россети"
Инфраструктура интеллектуального учета (AMI)	Мобильный оператор цифровых устройств	ООО «Центр 2М»
Мониторинг работы производственных активов (VR, дроны и прочее)	Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД)	ПАО "Россети"
	Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений	ПАО "Россети"
Искусственный интеллект		
CIM-модель	Цифровая подстанция (типовые решения) Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД) Удаленный мониторинг РЗиА Создание CIM-модели	ПАО "Россети" ПАО "Россети" ПАО "Россети" АО "СО ЕЭС"
Предиктивное обслуживание		

	Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД)	ПАО "Россети"
	Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе Интер РАО»	ПАО "Интер РАО"
	Создание автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования (мобильный обходчик)	ПАО "Интер РАО"
	Удаленный мониторинг РЗиА	ПАО "Россети"
	Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений	ПАО "Россети"
Цифровые каналы коммуникации с клиентом, например чат-боты	Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой	ГК "Росатом"
	Роботизированная обработка телефонных обращений	ПАО "Россети"
Анализ и оптимизация потребления	Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии	ГК "Росатом"
	Пилотный проект по созданию активных энергетических комплексов	АО "СО ЕЭС"
	Единая цифровая система энергосбережения	ПАО "Россети"
Информационное моделирование зданий (BIM)	Единая цифровая система энергосбережения	ПАО "Россети"
Новые производственные технологии		
Производство отдельных элементов оборудования (аддитивные технологии)	Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой	ГК "Росатом"
	Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии	ГК "Росатом"
	Цифровая подстанция (типовые решения)	ПАО "Россети"
	Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе Интер РАО»	ПАО "Интер РАО"
	Цифровой электромонтер (АСУ мобильных бригад)	ПАО "Россети"
	Создание автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования (мобильный обходчик)	ПАО "Интер РАО"

Таблица 1 - Проекты в разрезе сквозных цифровых технологий и цифровых решений Стратегии

Кросс-отраслевые цифровые решения

Отдельную группу в рамках проводимого анализа занимают «Кросс-отраслевые цифровые решения», которые включают в себя довольно

длинный ряд проектов практически по каждому из 6 направлений. Наибольшее количество проектов данной группы направлено на повышение эффективности производственного персонала и реализуются всеми компаниями (8 проектов). Наименьшее количество проектов (1 проект) представлено в рамках цифровых решений для «Распределенной системы накопителей энергии» - проект Госкорпорации «Росатом» «Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии». Все 6 кросс-отраслевых цифровых решения относятся к числу 18 приоритетных цифровых решений.

	Наименование цифровых решений	Название проекта	Инициатор проекта
Кросс-отраслевые цифровые решения	Моделирование и прогнозирование параметров энергообъекта с помощью цифровой модели (цифровой двойник)	Дистанционный мониторинг состояния линейных объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА	ПАО "Россети"
		Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе ИнтерРАО»	ПАО "Интер РАО"
		Удаленный мониторинг РЗиА	ПАО "Россети"
		Единая цифровая система энергосбережения	ПАО "Россети"
	Распределенная система накопителей энергии	Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии	ГК "Росатом"
	Управление спросом, дистанционное управление режимами работы объектов электроэнергетики	Коммерческая диспетчеризация на базе Систем накопления энергии	ГК "Росатом"
		Пилотный проект по созданию активных энергетических комплексов	АО "СО ЕЭС"
		Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта	ПАО "Россети"
		Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки из диспетчерских центров	АО "СО ЕЭС"
		Управление спросом на электроэнергию	АО "СО ЕЭС"
		Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций	АО "СО ЕЭС"

	Защита данных и защита оборудования от киберугроз	Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum в Группе Интер РАО (АСУД ИК)	ПАО "Интер РАО"
		Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД)	ПАО "Россети"
	Автоматизация и стандартизация процессов (RPA, интеллектуальный ассистент)	Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum в Группе Интер РАО (АСУД ИК)	ПАО "Интер РАО"
		Роботизированная обработка телефонных обращений	ПАО "Россети"
	Повышение эффективности производственного персонала	Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой	ГК "Росатом"
		Цифровая подстанция (типовые решения)	ПАО "Россети"
		Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки из диспетчерских центров	АО "СО ЕЭС"
		Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе ИнтерРАО»	ПАО "Интер РАО"
		Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД)	ПАО "Россети"
		Цифровой электромонтер (АСУ мобильных бригад)	ПАО "Россети"
		Создание автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования (мобильный обходчик)	ПАО "Интер РАО"
		Единая цифровая система энергосбережения	ПАО "Россети"

Таблица 2 - Проекты в разрезе кросс-отраслевых цифровых решений

Отнесение к «Мета-проектам»

«Мета-проекты» - это комплексные проекты по направлениям в дорожных картах Национальной технологичной инициативы (НТИ), которые формируют глобальные продукты (GP), имеющие перспективы занять лидирующие позиции на мировом рынке.

В рамках «Мета-проектов» создается экосистема с производственными, маркетинговыми и логистическими цепочками в едином контуре управления. Для создания глобальных продуктов необходим трансфер научных разработок (маркетинг научной идеи) в рыночные продукты, стратегия их коммерциализации, и другие элементы управления полным жизненным

циклом через выход в серию и далее вплоть до утилизации. Управление осуществляется в едином контуре с моментальной обратной связью (реакцией на рекламации и изменения среды) и с цифровым моделированием на ее основе. Контур управления строится вокруг предмета деятельности(спроса), через взаимодействие с субъектами, объектами, задачами и отношениями в «Мета-проекте». «Мета-проект» включает в себя вопросы не только технологии и коммерциализации, но и необходимость организации комплексной системы управления экосистемой с учетом динамически изменяющихся нормативного (в т.ч. патентного) поля, административных и социальных (общественных) норм.

С учётом этого, под «мета-проектом» понимается комплексный проект, интересный не только участникам одной отрасли, но и потенциально масштабируемый на другие отрасли, экспортоориентированный и одновременно решающий общегосударственные задачи, к которым можно отнести следующие проекты, рассмотренные на площадке Ассоциации:

Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта;

Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой;

Создание CIM-модели;

Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД).

Выводы.

Подавляющее большинство рассмотренных проектов (более половины) направлено на достижение таких ключевых показателей эффективности (далее – КПЭ), как повышение надежности и безопасности электроснабжения, а также на повышение безопасности работ и сокращение травматизма. Кроме этого, рассмотренные проекты вносят вклад в

достижение и других КПЭ, таких как рост производительности труда, перевод взаимодействия с потребителем в цифровой формат, развитие цифровых компетенций и экспортного потенциала страны.

Наименьшее количество рассмотренных проектов способно в качестве явного эффекта создавать новые услуги (2 проекта): Программа управления спросом, Дистанционный мониторинг с использование БПЛА.

Наибольший экспортный потенциал имеют следующие проекты:

Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой - Госкорпорации «Росатом»

Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта – ПАО «Россети»

Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД) – ПАО «Россети»

Цифровой электромонтер (АСУ мобильных бригад) – ПАО «Россети»

Создание автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования (мобильный обходчик) – ПАО «Интер РАО»

Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в группе ИнтерРАО».

1.1 ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТОВ CIM

В настоящее время в целях оптимизации бизнес-процессов и повышения эффективности работы активов предприятиями электроэнергетики внедряется множество программных продуктов,

содержащих данные об объектах электроэнергетики и их атрибутах. В большинстве случаев такие решения не интегрированы между собой и оперируют разрозненной информацией в рамках границ одной информационной системы. В этой связи, одной из важнейших задач цифровизации российской энергетической системы является стандартизация информационного обмена между совокупностью информационных систем, эксплуатируемых субъектами электроэнергетики и, в частности, разработка стандартизированного представления объектов электроэнергетики и расположенного на них оборудования. С этой целью используются разработанная Международной электротехнической комиссией (МЭК) группа международных стандартов МЭК 61970 и МЭК 61968, описывающих Общую информационную модель (CIM).

CIM - стандартизованная информационная модель, описывающая основные объекты, необходимые для описания энергосистемы и деловых процессов электроэнергетических предприятий, предоставляющая возможность эффективной интеграции разнородных автоматизированных систем и обеспечивающая унифицированный способ обмена данными между ними вне зависимости от их назначения и производителя. В российской электроэнергетике CIM описывается серией национальных стандартов ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики», разрабатываемых с учетом стандартов Международной электротехнической комиссии МЭК 61970 и МЭК 61968. Результатом создания и внедрения общей информационной модели является повышение эффективности взаимодействия предприятий и сокращение транзакционных затрат.

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, переход на информационный обмен на основе открытых стандартов CIM является отдельным цифровым решением.

Применяемые сквозные цифровые технологии: Новые производственные технологии.

Вклад в достижение ключевых показателей эффективности Стратегии: рост производительности труда, перевод взаимодействия между субъектами электроэнергетики, потребителями электроэнергии в цифровой формат, повышение надежности и безопасности электроснабжения, развитие цифровых компетенций и наличие экспортного потенциала.

1.1.1 Проект АО «СО ЕЭС» по созданию CIM-модели

Тип проекта: инфраструктурный

Стадия зрелости: промышленная эксплуатация, тиражирование

Применяемые СЦТ: новые производственные технологии

Цель проекта - Создание Единой цифровой модели ЕЭС России путем логического объединения информационных моделей диспетчерских центров и субъектов электроэнергетики, позволяющей повысить качество данных, снизить их разнородность и разновременность обновления, сократить сроки ввода в эксплуатацию информационных систем, независимо от производителя.

Реализация проекта позволит решить следующие задачи:

- Формирование единых стандартов, правил и методик по цифровому моделированию электрической сети и энергосистем;
- Поэтапный перевод процессов информационного обмена в цифровой формат в соответствии с требованиями серии национальных стандартов ГОСТ Р 58651.

Этапы реализации проекта. Начало реализации проекта приходится на 2012 год, когда были определены необходимые ресурсы, проанализированы существующие технологии и разработано техническое задание на выполнение проекта. Далее АО «СО ЕЭС» приступили к созданию Единой информационной модели ЕЭС России: разработано программное обеспечение, проведен инжиниринг данных, тестирование, выявление дефектов и, как результат, разработан технорабочий проект

автоматизированной интеграционной платформы. На следующем этапе, в период с 2016 по 2019 гг. осуществлялась интеграция с автоматизированными системами АО «СО ЕЭС», в ходе которого произошла модификация ПК «Заявки», ПО «Ремонты», ПК «Перечень», ПК «RastrWin3». В 2019 году началась интеграция с сетевыми и генерирующими компаниями: Пилотные проекты с АО «ЕЭСК», АО «Сетевая компания», АО «Концерн Росэнергоатом», АО «Россети Тюмень», разработка нормативной и методической документации, серии ГОСТ. На рисунке 1 представлены количественные характеристики разработанных профилей Информационной модели. К 2024 году планируется завершить перевод основных информационных потоков условно-постоянной информации со значительной частью субъектов электроэнергетики на обмен фрагментами CIM-модели.

Количественные характеристики профилей ИМ	Классов	Атрибутов	Ассоциаций
ГОСТ Р 58651.2-2019 «Базисный профиль»	105	48	76
ГОСТ Р 58651.3 (проект) «Профиль информационной модели линий электропередачи и электросетевого оборудования напряжением 110–750 кВ»	110	489	112
ГОСТ Р 58651.4 (проект) «Профиль информационной модели генерирующего оборудования»	35	179	29
ИМ АО «СО ЕЭС»	**902**	**2 254**	**1 296**

Рисунок 1 - Количественные характеристики профилей информационной модели

Основные эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса:

- повышение уровня автоматизации бизнес-процессов, снижение трудозатрат на инжиниринг данных при внедрении новых информационных систем;

- обеспечение интеграции информационных систем, разработанных независимо разными производителями;
- повышение уровня доступности информации;
- снижение зависимости от конкретного производителя ПО;
- создание отечественного ПО, конкурентоспособного на мировом рынке.

Для энергосистемы:

- повышение качества данных, снижение разнородности и разновременности их обновления. Как следствие, повышение качества процессов, в том числе:

управления активами;

расчета показателей надежности электроснабжения потребителей;

оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления.

1.2 ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Для современной энергосистемы характерен рост количества единиц оборудования и его техническое усложнение. На фоне этого повышаются требования к надежности и безопасности электроснабжения, что выражается в необходимости жесткого планирования технического обслуживания, автоматизации оформления документации, контроля соблюдения правил и регламентов. Возрастает потребность в оперативном взаимодействии операторов генерации, сетей и сбыта, смежных организаций, поставщиков оборудования и услуг. Для решения данных проблем создаются рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений, позволяющие работникам повысить производительность труда, сокращая рутинные операции, снизить частоту ошибок, вызванных человеческим фактором, оптимизировать производственные процессы.

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, развитие рекомендательных систем и интеллектуальных систем поддержки принятия решений происходит путем внедрения следующих цифровых решений: предиктивное обслуживание, моделирование и прогнозирование параметров объекта с помощью цифровой модели, повышение эффективности производственного персонала, продвинутое управление турбинами, анализ и оптимизация потребления, информационное моделирование зданий (BIM).

Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель физического объекта (производства, логистики), процесса, которая полностью отражает деятельность физического объекта. Использование

цифрового двойника позволяет моделировать различные сценарии и оптимизировать процессы с максимальной точностью без необходимости проводить испытания на реальном оборудовании, что значительно сокращает издержки и время проектирования и введения изменений.

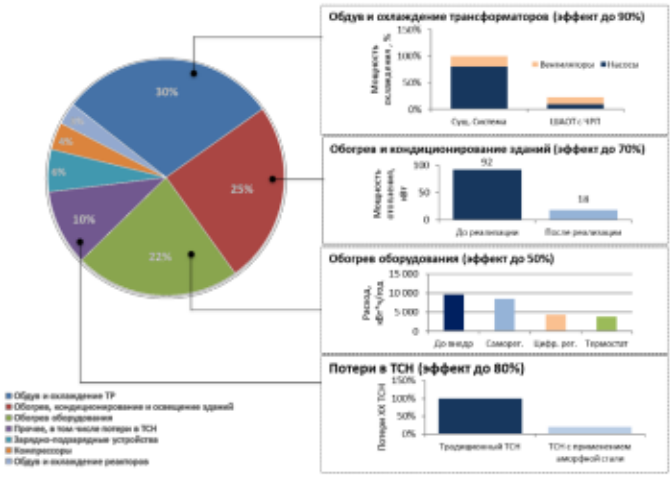
Информационное моделирование зданий – BIM – технология, применяемая для сбора и обработки данных при помощи дронов, цифровых счетчиков и датчиков, для построения цифровой модели при строительстве объектов и их дальнейшем обслуживании. Виртуальная модель объекта представляет собой взаимозависимую систему параметров строительного объекта, позволяющую моделировать различные изменения параметров во время проектирования, строительства или обслуживания здания.

Создание цифровых двойников и BIM-моделей являются фундаментом для дальнейшего развития **предиктивной аналитики** на объектах энергетики. Использование предиктивной аналитики нацелено на предсказание будущих событий за счет выявления паттернов в исторических данных. В энергетике предиктивная аналитика применяется в основном для оценки технического состояния активов и необходимости проведения ремонтов. Предиктивное обслуживание основано на анализе состояния активов с помощью технологии машинного обучения.

Применяемые сквозные цифровые технологии: Искусственный интеллект, новые производственные технологии.

Вклад в достижение ключевых показателей эффективности Стратегии: рост производительности труда, перевод взаимодействия с потребителем в цифровой формат, повышение надежности и безопасности электроснабжения, развитие цифровых компетенций и наличие экспортного потенциала.

1.2.1 АО "НТЦ ФСК ЕЭС": проект «Единая цифровая система энергосбережения»



Тип проекта: Инфраструктурный

Стадия зрелости:
Апробация/внедрение

Применяемые СЦТ:
Искусственный интеллект

Реализация проекта «Единая цифровая система энергосбережения» запланирована на 2021-2025 гг. В 2020 году запуску проекта предшествовали стадии пилотной апробации отдельных технологий и информационных систем, реализуется целевая программа повышения эффективности собственных нужд подстанций (СН ПС) Россети ФСК.

Цель проекта «Единая цифровая система энергосбережения» направлена на обеспечение высокого уровня энергетической эффективности электрических сетей с применением современных технологий цифровизации. Получение дополнительного синергетического эффекта за счет объединения отдельных цифровых систем в единый комплекс.

Задачи проекта:

- повышение эффективности операционной деятельности;
- сокращение расхода энергетических ресурсов и потерь электроэнергии;
- повышение наблюдаемости и надежности инфраструктуры передачи электроэнергии;

- развитие новых направлений услуг.

Технологические особенности. Каждая из уже внедренных в эксплуатацию локальных систем энергосбережения в отдельности обладает высоким уровнем цифровизации. Синергетический эффект будет достигнут за счет объединения систем всех уровней, включая корпоративный, в Автоматизированную информационную систему (АИС) управления энергосбережением. Это позволит перевести технологические и управленческие решения на качественно новый уровень.

Этапы реализации проекта. Завершенные этапы включают в себя исследования, пилотное внедрение и тиражирование проекта. Выполнены энергетические исследования, НИОКР по разработке новых технологий энергосбережения, выявлены приоритетные направления развития. Результаты пилотного внедрения проекта тиражированы на объектах Россети ФСК ЕЭС в рамках проекта «Энергоэффективная подстанция», расширены функциональные возможности информационных систем. На текущем этапе проект разрабатывается концепция интеграции энергосберегающих технологий в жизненный цикл функционирования электроэнергетического комплекса, а также происходит разработка и внедрение единой цифровой системы энергоэффективности.

Основные эффекты от внедрения проекта.

Для энергосистемы - повышение эффективности работы электрических сетей, что выражается в следующем:

- Сокращение потерь электроэнергии и расхода энергетических ресурсов на хозяйственные нужды;
- Повышение безопасности сотрудников, сокращение времени реагирования на нарушения в работе оборудования;
- Исключение возможности манипуляции с данными, фактора человеческих ошибок;

- Мониторинг состояния оборудования вплоть до отдельных элементов.

Для бизнеса - снижение уровня затрат на потребление электроэнергии и повышение уровня автоматизации бизнес-процессов:

- Сокращение капитальных и операционных затрат;
- Сдерживание роста цен на электроэнергию;
- Сокращение коммерческих потерь на объектах электросетевого комплекса;
- Сокращение капитальных вложений за счет типизации проектных решений при строительстве;
- Сокращение ошибок персонала подстанций, технологических нарушений и травматизма за счет применения цифровых двойников в эксплуатации;
- Значительно сокращение затрат на разработку собственного оборудование и ПО.

Для населения - повышение качества обслуживания и поддержание экологии.

Перспективы проекта:

1) тиражирование результатов внедрения Россети ФСК ЕЭС на объектах: Россети МРСК, РусГидро, РЖД и других крупных собственниках электросетевых активов;

2) разработка и внедрение новых технологий энергосбережения для расширения области применения и повышения эффекта от внедрения.

В рамках проекта «Единая цифровая система энергосбережения» с текущим уровнем цифровизации можно отслеживать следующие параметры:

- Данные о режимах работы системы охлаждения трансформаторов и реакторов, температуре масла и обмоток. Расход электроэнергии на охлаждение;

- Данные о режимах работы системы обогрева оборудования ОРУ, климатические данные. Расход электроэнергии на обогрев;
- Расход электроэнергии на отопление и кондиционирование зданий;
- Структура расходов на собственные нужды. Автоматизированный расчет норматива подстанции с учетом режимов работы оборудования.

Дальнейшее развитие в рамках данного проекта предполагает создание единой цифровой системы энергосбережения, которая позволит формировать и отслеживать программы энергосбережения, прогнозировать и отслеживать достижение целевых показателей, вести профильную отчетность, с развитием, которая в свою очередь будет являться частью единой многоуровневой цифровой среды.

Комплексное применение передовых энергосберегающих технологий на объектах электрических сетей совместно с цифровыми технологиями проектирования, обработки и анализа данных способно сократить потребление энергетических ресурсов до 3-5 раз.

Объединение уже апробированных и внедренных технологий с учетом корректировки нормативно-технических документов (НТД) в единую информационную систему позволит качественно повысить эффективность работы, сократить операционные и капитальные затраты на всех стадиях жизненного цикла объектов электроэнергетики. На рисунке 2 представлены планируемые показатели повышения эффективности подстанций (ПС).

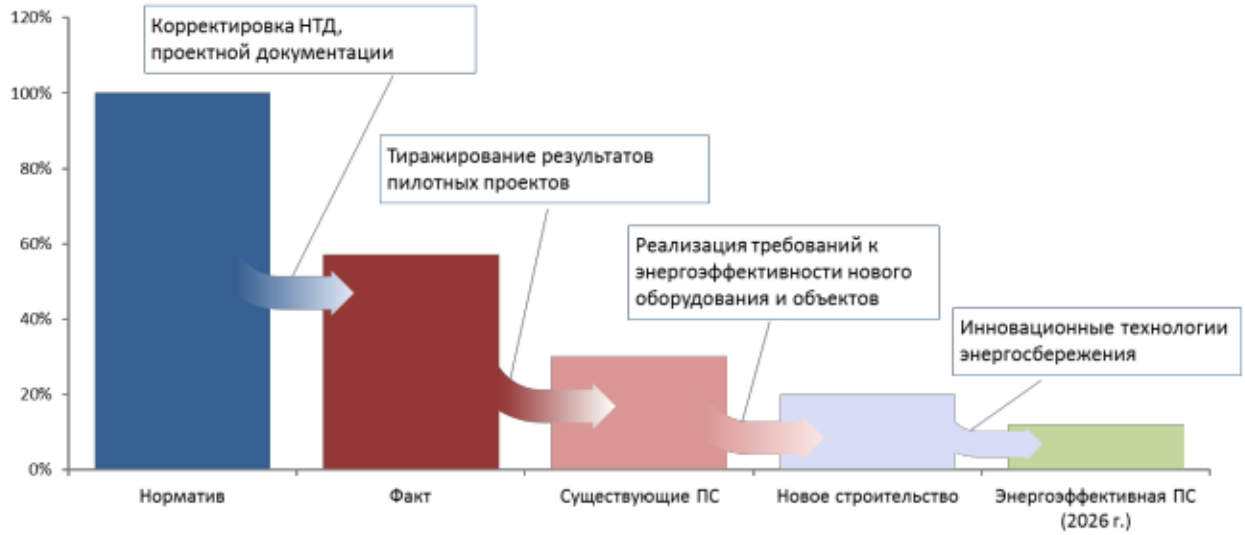


Рисунок 2 – Стадии повышения энергоэффективности подстанций

На рисунке 3 приведен потенциал изменения технических показателей подстанций, для которых применены технологии энергосбережения в рамках проекта «Единая цифровая система энергосбережения».

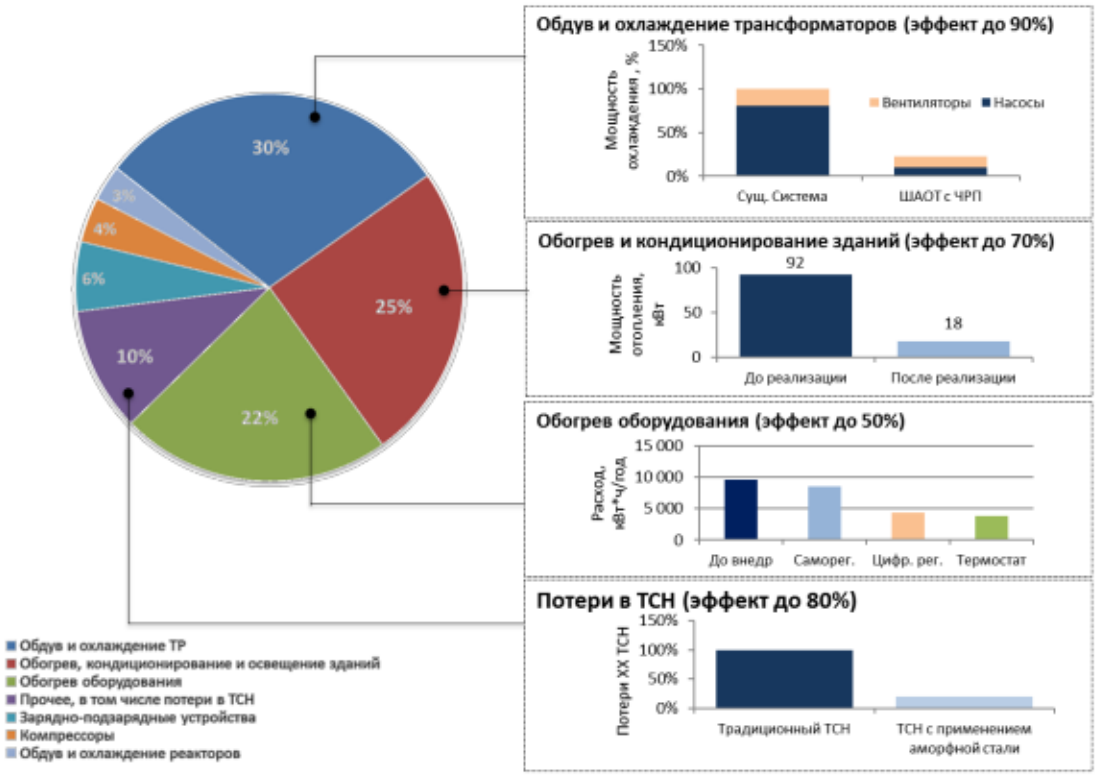


Рисунок 3 – Потенциал энергосбережения подстанций по основным технологиям

В рамках проекта «Единая цифровая система энергосбережения» будет создана автоматизированная информационная система обеспечения информационной и аналитической поддержки проведения энергетических обследований Россети ФСК ЕЭС (АИС ОИА ПЭО), целью которой является комплексная автоматизация бизнес-процессов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Этапы реализации данной автоматизированной информационной системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы создания АИС ОИА ПЭО

Этап 1. Завершен в 2018 г.	Этап 2. Завершение в 2020 г.
В рамках этапа реализованы: 1. хранилище всех необходимых данных, содержащее исторические данные энергетических обследований 2012 и 2017 гг.: 1.1 паспортные данные основного оборудования; 1.2 информация о режимах работы оборудования; 1.3 информация о зданиях и автомобилях; 1.4 информация о расходе энергетических ресурсов всех типов и стоимости и покупки; 1.5 данные балансов электроэнергии, включая структуру	В рамках этапа будут реализованы: 1. интеграция со смежными системами ФСК: 1.1 Автоматизированное рабочее место Метроскоп; 1.2 Автоматизированная система управления Имущество; 1.3 Автоматизированная система управления техобслуживанием и ремонтами (АСУ ТОиР); 1.4 Автоматизированная система контроля исполнения документов и поручений (АСКИД); 1.5 Программный комплекс по управлению электронным контентом (ПКУЭК).

потерь. 2. Формирование энергетических паспортов филиалов и Россети ФСК ЕЭС в целом. 3. Формы отчетности в области энергетической эффективности.	2. Автоматизация расчета мероприятий по энергосбережению, планированию, контролю достижения целевых показателей эффективности (ЦПЭ) и мониторингу исполнения Программы энергосбережения ФСК. 3. Визуализация показателей энергетической эффективности. 4. Расширение перечня отчетов.

Проекты, выполненные с применением BIM-технологии (Building information modeling или Информационное моделирование здания), могут быть интегрированы в Единую многоуровневую цифровую среду (ЕЦМС), обеспечивающую доступ к необходимой актуальной информации всех сотрудников от этапов планирования объекта до его эксплуатации. Визуализация интегрированного проекта, выполненного с применением BIM-технологии, приведена на рисунке 4.

Рисунок 4 – Пример интеграции BIM-технологии с ЕЦМС

1.2.2 ПАО «Интер РАО»: Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в Группе компаний «Интер РАО»

Тип проекта: инфраструктурный,

Стадия зрелости: тиражирование

Используемое ПО: 1С

Применяемые СЦТ: Новые производственные технологии

Проект по разработке и внедрению автоматизированной информационной системы стандартных процессов управления техническим обслуживанием и ремонтом (далее - ТОиР), техническим перевооружением и реконструкцией (далее - ТПиР) оборудования и интеграция со смежными бизнес-процессами в Группе компаний «Интер РАО» (далее - Группа) запущен в 2018 году. Проект направлен на автоматизацию и последующую цифровизацию бизнес-процессов генерирующих активов, а также теплосбытовых активов и ставит целью повышение качества планирования ремонтных и обслуживающих операций по всей Группе. Для разработки системы использовано российское программное обеспечение 1С, что в дальнейшем позволит тиражировать данную систему и на другие компании отрасли.

На текущем этапе развития проекта создано базовое решение «Стандартное ТОРО», автоматизирующее существующие бизнес-процессы и закрывающее собой набор базовых задач, к которым относятся:

- среднесрочное, годовое и оперативное планирование, приемка и учет выполненных работ и использованных ресурсов при проведении ТОиР и ТПиР оборудования;

- создание, актуализация и встраивание в систему управления ТОиР технологических карт;
- планирование и оптимизация потребности в материальных ресурсах, складской учет и контроль использования МТР;
- создание моделей, алгоритмов расчета и обеспечение мониторинга индекса технического состояния с возможностью автоматизированной передачи информации надзорным органам;
- реализация электронного журнала дефектов, учета и контроля исполнения предписаний надзорных органов;
- обеспечение обмена и верификации информации в рамках интеграции с внутренними и внешними информационными системами.

«Стандартное ТОРО» позволяет накапливать массивы данных и управлять ими для дальнейшего формирования цифровых двойников и предиктивной аналитики. Для управления работой системы, содержащей в себе базу данных в количестве около 62 миллионов атрибутов оборудования, создан Центр администрирования данных ТОРО.

К концу 2022 года «Стандартное ТОРО» планируется внедрить на все электростанции ПАО «Интер РАО», а с 2023 года система начнет работать как общекорпоративный стандарт на всех объектах Группы.

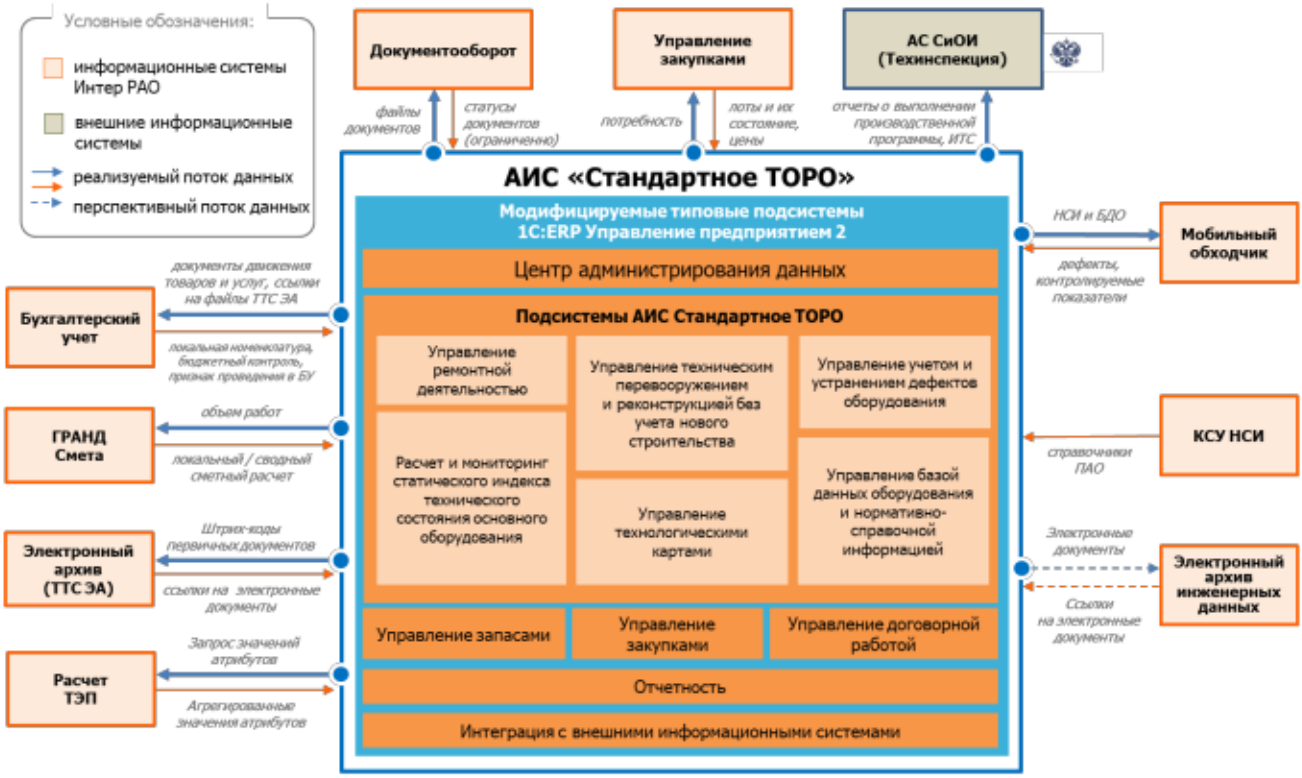


Рисунок 5 – Архитектура решения «Стандартное ТОРО» на 1С

В результате внедрения «Стандартного ТОРО» качественно и количественно изменился весь процесс планирования ремонтов:

– возможность формирования затрат в разрезе каждой единицы оборудования – ранее затраты формировались на группу единиц или систему/ установку в целом;

– высокая скорость расчета плановых дат воздействий по ППР (порядка 1000 объектов в минуту) – ранее процесс занимал несколько недель;

– автоматизированное ранжирование технических воздействий, помогающее определить баланс затрат и рисков, как в разрезе отдельного подразделения, так и на уровне компании в целом – ранее преобладала экспертная оценка;

– контроль обоснования включения в программу воздействия сверхтиповых работ выполняется автоматически на уровне операций – ранее

осуществлялся на уровне стоимости, с выборочной проверкой на уровне операций;

– формирование отчетов и печатных форм, в том числе регламентированных, на основе введенных в систему данных в течение нескольких минут – ранее от 30 минут до нескольких дней.

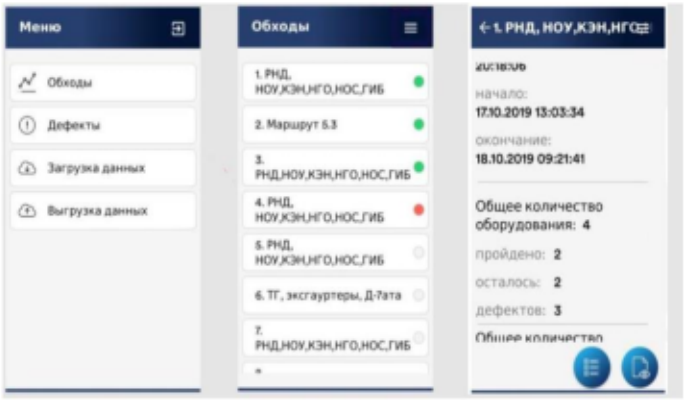
Эффекты, полученные от реализации проекта:

- **среднесрочное, годовое и оперативное планирование**, учет фактического выполнения ремонтов и ТПиР в разрезе единиц технологических активов позволяет управлять стоимостью владения каждой единицы оборудования;
- **внутрисистемная интеграция и интеграция с внешними системами** Группы позволяет выстраивать сквозные процессы и цепочки документов;
- **возможность корректировки моделей и алгоритмов** расчета индекса технического состояния в случае их изменения – позволит в автоматизированном режиме предоставлять отчетность в соответствии с вступившим в силу приказом Минэнерго России от 29 мая 2020 года №192, а также автоматизировать принятие решений о необходимости ремонтов или замены оборудования;
- **функциональность внутрисистемного согласования** ремонтных программ филиалов позволяет отслеживать изменения, вносящиеся на каждом из этапов согласования, и обеспечить оперативность расчета и корректировки различных сценариев программы ремонтов;
- **единая централизованная конфигурация** обеспечивает унификацию бизнес-процессов во всех филиалах компании;

- **реализация электронного журнала дефектов**, а также возможность формирования порядка **150** отчетных и печатных форм позволяет снизить объем бумажного документооборота;
- **повышение качества планирования** благодаря интеграции с системой «Мобильный обходчик»: минимизирован человеческий фактор и субъективные оценки при оценке физических параметров состояния оборудования, повышено качество планирования воздействий на технический актив.

Данное решение войдет в состав продаваемого тиражного решения платформы 1С и будет внесено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных Минцифры России (далее – реестр отечественного ПО).

1.2.3 ПАО «Интер РАО»: проект по созданию автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования «Мобильный обходчик»



Тип проекта: инфраструктурный

Стадия зрелости: пилотирование

Платформа: СИГМА: АЛЬКОР

Применяемые СЦТ: новые производственные технологии, интернет вещей

Проект «Мобильный обходчик» является составной частью масштабного проекта Группы компаний «Интер РАО» (далее – Группа) по внедрению программы технического обслуживания и ремонта оборудования «Стандартное ТОРО» и представляет собой информационную систему учета результатов обхода и осмотра оборудования. Цель внедрения такой системы в работу программы «Стандартное ТОРО» – создание единого информационного пространства для качественного и оперативного принятия управленческих решений в части технических воздействий на оборудование за счет оптимизации процессов осмотров и контроля состояния производственных активов. Важнейшая функция системы – сделать процесс мониторинга состояния оборудования более гибким и одновременно качественным, а также более безопасным для сотрудников.

Информационная система представляет собой комплексное решение на базе российского программного обеспечения (1С ТОРО, СИГМА:АЛЬКОР, ОС АВРОРА, планшеты и измерительные комплексы отечественного производства), комплексную систему (мобильное приложение, NFC-метки, индикативное измерение температуры и вибрации мобильным

измерительным комплексом, интегрированным с мобильным устройством), а также реализацию полного набора функций, обеспечивающих автоматизацию всех бизнес-процессов, связанных с учетом результатов обхода и осмотра оборудования.

На рисунке 6 представлены компоненты автоматизированной информационной системы (АИС) «Мобильный обходчик».

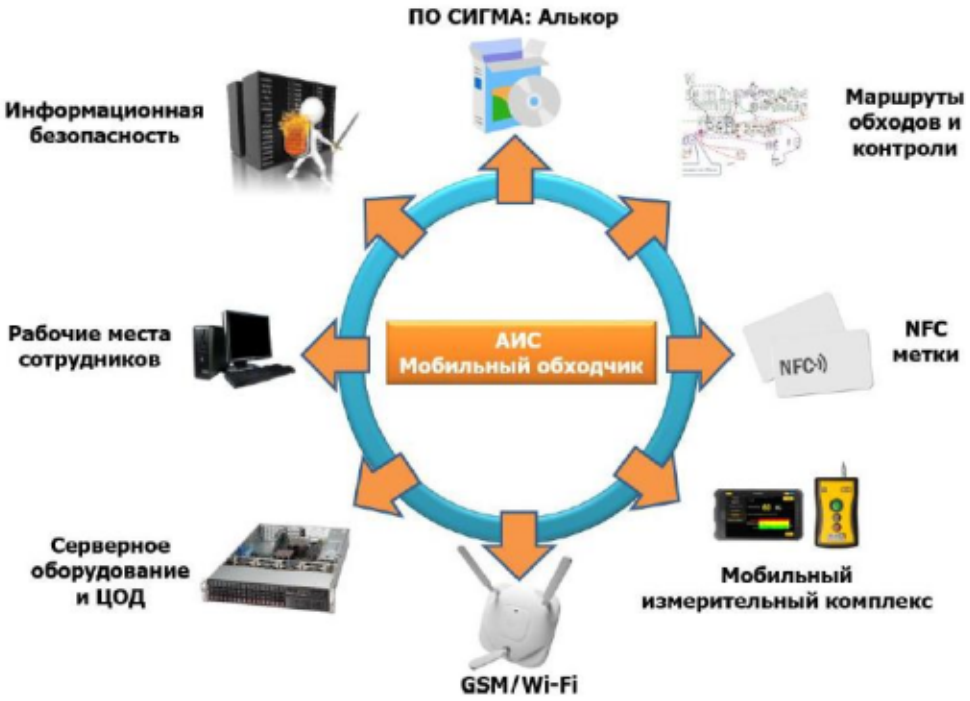


Рисунок 6 – Компоненты АИС Мобильный обходчик

АИС «Мобильный обходчик» позволяет охватывать все этапы процесса обхода и осмотра технологического оборудования, которые представлены на рисунке 7.

Рисунок 7 – Описание этапов работы АИС «Мобильный обходчик»

Информационные потоки АИС «Мобильный обходчик» обеспечивают бесперебойную работу и резервирование данных, которые представлены на рисунке 8.

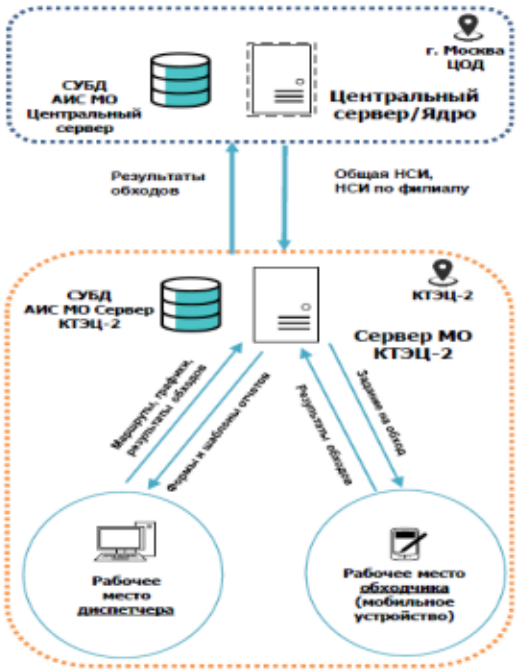


Рисунок 8 – Схема информационных потоков АИС «Мобильный обходчик»

В центре обработки данных (далее - ЦОД), который находится в городе Москве, происходит обмен информацией между АИС «Мобильный обходчик» и «Стандартное ТОРО», которая является источником данных в части нормативно-справочной информации и базы данных оборудования. Мобильный обходчик – сотрудник, выполняющий бизнес-функции, связанные с эксплуатацией мобильного приложения. Диспетчер формирует задания для мобильных обходчиков и обрабатывает результаты их выполнения. Между рабочим местом диспетчера и рабочим местом мобильного обходчика, которым является мобильное приложение, связь может осуществляться с использованием технологий USB/Wi-Fi/GSM.

В АИС «Мобильный обходчик» для каждого маршрута разработаны графические маршрутные карты с указанием точного порядка движения персонала и осматриваемых при обходе единиц оборудования, в том числе с указанием контролируемых параметров, их нормативных значений и периодичности контроля для дальнейшего внесения в информационную

систему. Также разработаны и внесены в систему требования, содержащие информацию о возможных рисках и применяемых средствах индивидуальной защиты.

Система является гибкой в части изменения количества пользователей и контролируемого оборудования, присутствует возможность масштабирования, как по количеству пользователей, так и по количеству собираемых и обрабатываемых параметров. При увеличении объемов хранимых или обрабатываемых данных, либо срока хранения данных должно быть обеспечено соответствующее инфраструктурное окружение (хранилище данных, каналы связи). При увеличении количества объектов, работающих с системой, обеспечивается типовая инфраструктура (серверное оборудование, сетевая инфраструктура, мобильные устройства, рабочие места пользователей). Ориентировочные объемы системы при переходе в промышленную эксплуатацию представлены на рисунке 9.

Рисунок 9 – Примерные показатели работы системы при переходе в промышленную эксплуатацию

На основании получаемых из АИС «Мобильный обходчик» данных можно проанализировать полноту выполнения обходов и осмотров оборудования, объем выполненного контроля показателей технического состояния, продолжительность проведения обхода. При внесении информации о выявленном дефекте непосредственно на месте его

обнаружения с возможностью как типового, так и детального описания, а также фотофиксации неисправности.

Реализация проекта по созданию автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования открывает новые возможности для организации работы персонала, в том числе в области ТОиР, которые представлены на рисунке 10.

Рисунок 10 – Новые возможности АИС «Мобильный обходчик»

1.2.4 ПАО «Россети Московский регион»: проект «Цифровой электромонтер»

Тип проекта: Организационный

Стадия зрелости: Тиражирование/ масштабирование

Платформа: Android Java/kotlin, Golang, веб Angular, Docker Swarm

Применяемые СЦТ: новые производственные технологии,

Цели проекта «Цифровой электромонтер» направлены на:

- повышение производительности труда рабочего персонала;
- исключение потерь и сокращение непроизводительных затрат рабочего времени;
- повышение безопасности производства работ и снижение уровня травматизма;
- повышение надежности электроснабжения.

Задачи проекта «Цифровой электромонтер»:

- внедрение безбумажных технологий в работу мобильных бригад;
- оформление необходимых разрешений на проведение работ в электронном виде с использованием электронной подписи;
- онлайн оформление исполнительной документации (листков обходов, осмотров);
- автоматизация оперативного планирования работ мобильных бригад;
- онлайн фиксация и контроль устранения дефектов оборудования;

- создание системы анализа эффективности использования рабочего времени и системы контроля перемещения персонала.

Проект «Цифровой электромонтер» впервые внедрен в промышленную эксплуатацию в мае 2020 года, общий объем бюджета проекта составляет более 400 миллионов рублей. Финальная стадия реализации проекта запланирована на 2023 год.

В качестве платформы для данного проекта было использовано следующее ПО:

– для мобильного приложения автоматизированного рабочего места (АРМ) бригады - Android Java/kotlin;

– для АРМ менеджера - Golang, веб Angular;

– управление версиями приложений - Docker Swarm.

Перспективы проекта «Цифровой электромонтер»:

- возможность масштабирования на все предприятия электросетевого комплекса России;
- изменение бизнес-процессов технического обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР);
- снижение трудозатрат на ТОиР.

Проект «Цифровой электромонтер» направлен на автоматизацию работы мобильных бригад и является неотъемлемой частью создания цифровых районов электрических сетей (РЭС).

В рамках этого проекта бригады компании будут оснащены мобильными устройствами с установленным специальным программным обеспечением. Это позволяет персоналу дистанционно получать задания на выполнение работ, в электронном виде оформлять необходимые разрешающие документы, фиксировать факт начала и окончания работ. С помощью мобильного устройства можно будет производить фотофиксацию

дефектов оборудования и оперативно размещать информацию о них в электронном журнале с целью ускорения организации работ по ликвидации дефектов.

В числе преимуществ проекта – возможность диспетчеров и менеджеров видеть на электронной карте расположение бригад, что позволит назначать аварийные заявки ближайшим к месту технологического нарушения бригадам. Специальные датчики контроля и движения позволят точно определить местонахождение сотрудника и по результатам выполнения работ сформировать отчет о производительности труда персонала.

Эффекты от реализации проекта.

Для бизнеса:

- повышение производительности труда;
- сокращение потерь рабочего времени, исключение непроизводственых активностей;
- повышение культуры производства и престижа профессии электромонтера;
- повышение уровня безопасности труда и снижение травматизма.

Для населения: сокращение времени восстановления электроснабжения и повышение надежности электроснабжения.

На рисунке 11 визуально изображены текущие результаты промышленной эксплуатации проекта «Цифровой электромонтер»:

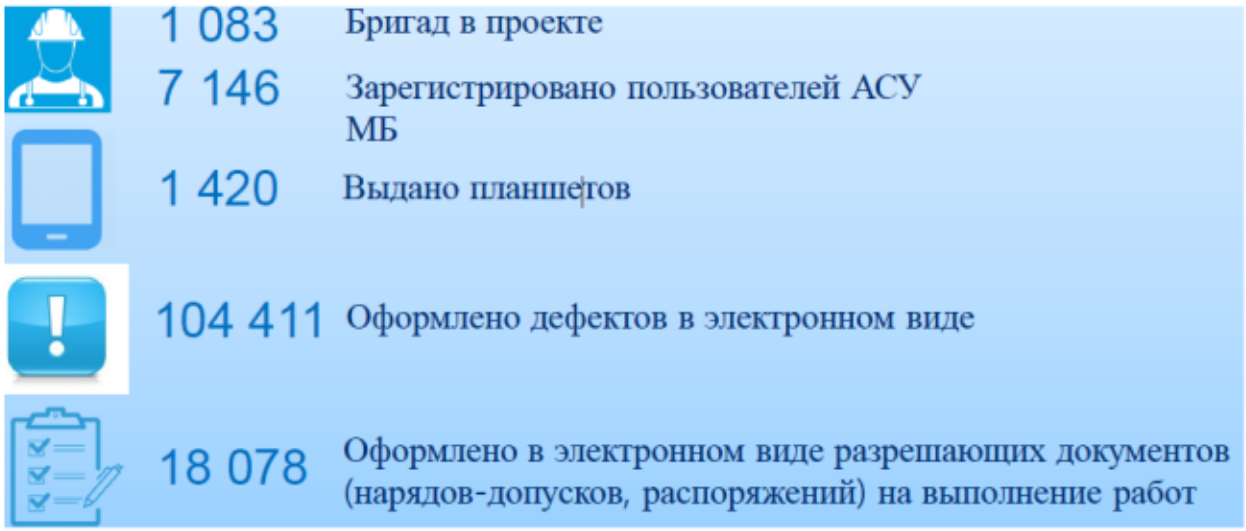


Рисунок 11 – Результаты промышленной эксплуатации в период с мая по сентябрь 2020

1.3 ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ «ЦИФРОВОЙ СЕТИ» И ЕЕ УПРАВЛЕНИЕ

Цифровая электрическая сеть из проектов будущего становится реальностью в энергосистемах стран мира. Она представляет собой объединение электросетевых объектов, оснащенных цифровыми системами мониторинга параметров режима сети, состояния оборудования и ЛЭП, средств защиты и противоаварийной автоматики, сетевого и объектного управления, информационный обмен между которыми осуществляется по единым протоколам с обеспечением синхронизации по времени. В России комплексные проекты построения цифровых электрических сетей реализуются в Калининградской области, г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Внедрение цифровых сетей качественно снижает потери электроэнергии, уменьшает среднее время восстановления электроснабжения. Не менее важно, что инфраструктура цифровых сетей (как оборудование, так и накапливаемые данные) стимулирует развитие новых концепций и инноваций.

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, в рамках развития технологий цифровой сети применяются следующие цифровые решения: активный энергетический комплекс, развитие микросетей, управление спросом, дистанционное управление режимами работы объектов электроэнергетики, анализ и оптимизация потребления, повышение эффективности производственного персонала, распределенная система накопителей энергии.

Активный энергетический комплекс (в т.ч. виртуальная электростанция) позволяет агрегировать различные виды распределенных источников энергии (например, солнечные панели, ветровые станции) в единую систему для получения определенной мощности на стабильном

уровне. Активный энергетический комплекс может являться балансирующим механизмом отдельных энергосистем, регулируя объемы выработки и потребления энергии. Он предназначен для автономного обеспечения бесперебойного и гарантированного электроснабжения оборудования и аппаратуры потребителей в течение заданного времени электроэнергией высокого качества.

Микросеть - это дискретная энергетическая система, состоящая из распределенных источников энергии (включая управление спросом, хранение и генерацию) и сетей, способных работать параллельно или независимо от основной электрической сети. Основной целью является обеспечение местной, надежной и доступной энергетической безопасности для городских и сельских общин, а также предоставление решений для коммерческих, промышленных и федеральных государственных потребителей. Преимущества, которые распространяются на коммунальные услуги и общество в целом, включают снижение выбросов парниковых газов и снижение нагрузки на систему передачи и распределения.

Во многих отношениях микросети являются более маленькими версиями традиционной энергосистемы. Подобно существующим электрическим сетям, они состоят из выработки, распределения и управления мощностью. Однако микросети отличаются от традиционных электрических сетей тем, что обеспечивают более тесную связь между выработкой электроэнергии и ее использованием, что приводит к повышению эффективности и уменьшению объемов передачи. Микросети также интегрируются с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечная энергия, энергия ветра, малая гидроэнергетика, геотермальная энергия и комбинированные источники тепловой энергии (ТЭЦ).

Решения в области развития микросетей позволяют осуществить балансировку производства и потребления электроэнергии в небольших

изолированных энергосистемах, в которых преобладает малая традиционная генерация и возобновляемая генерация.

Управление спросом подразумевает под собой целый комплекс технических (внедрение специализированного ПО, установка накопителей электроэнергии, установка локальной генерации и пр.) и организационных решений, которые позволяют сократить нагрузку на систему в пиковые периоды за счет смещения потребления на более ранее или более позднее время. Целью этих действий по оптимизации является изменение характеристик потребления электроэнергии с учетом общей картины потребления, временного профиля потребления, договорных параметров для достижения экономии затрат на электроэнергию.

Реакция на спрос - это изменение потребляемой мощности потребителем электроэнергии для лучшего соответствия спроса на электроэнергию с поставкой. До недавнего времени электрическая энергия не могла легко храниться, поэтому коммунальные предприятия традиционно соответствовали спросу и предложению, ограничивая темпы производства своих электростанций, переводя энергоблоки в автономное состояние или отключая их, или импортируя электроэнергию из других коммунальных предприятий. Сегодня электроэнергия, выработанная, но не использованная, может накапливаться в аккумуляторах.

Распределенная система накопителей энергии - система управления сетью накопителей энергии является одним из решений в области балансировки нагрузки на энергетическую систему. Оно базируется на формировании распределенной сети накопителей небольшой емкости, которые обычно устанавливаются на территории промышленных или коммерческих зданий.

Использование систем накопления энергии позволяет более планомерно распределять нагрузку на генерирующие и распределяющие

мощности, накапливая энергию в периоды низкого спроса и используя ее во время пиковых нагрузок.

Анализ и оптимизация потребления - данная цифровая технология нацелена на увеличение энергоэффективности путем обработки данных о потреблении энергии. Оптимизация энергопотребления происходит посредством обработки больших объемов исторических и оперативных данных для выявления паттернов потребления электроэнергии и их согласования с системой энергоснабжения для отдельных групп клиентов.

Применяемые сквозные цифровые технологии: Искусственный интеллект, интернет вещей, новые производственные технологии, системы распределенного реестра, робототехника и сенсорика.

Вклад в достижение ключевых показателей эффективности Стратегии: рост производительности труда, перевод взаимодействия с потребителем в цифровой формат, создание новых услуг, повышение надежности и безопасности электроснабжения, повышение безопасности работ и сокращение травматизма, развитие цифровых компетенций и наличие экспортного потенциала.

1.3.1 АО «СО ЕЭС»: Активные энергетические комплексы

Тип проекта: инфраструктурный новые рынки

Стадия зрелости: пилотирование

Используемое ПО: ПАК «Управляемое интеллектуальное соединение»

Применяемые СЦТ: Интернет вещей, Искусственный интеллект, Новые производственные технологии, Системы распределенного реестра

Пилотный проект **«Активные энергетические комплексы» (далее – АЭК)** реализуется АО «СО ЕЭС» с 2020 года и рассчитан на период до 2030 года. Проект представляет собой новый формат отношений между розничным производителем и промышленными потребителями электрической энергии. В 2018 году идея создания АЭК стала частью Дорожной карты Энерджинет, а в 2020 году – проект вошел в состав ведомственного проекта Минэнерго России «Единая техническая политика – надежность электроснабжения». В целях правового регулирования деятельности, осуществляемой в рамках пилотного проекта, выпущено Постановление Правительства Российской Федерации от 21.03.2020 г. №320 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования активных энергетических комплексов». Проект направлен на реализацию на розничных рынках электроэнергии.

Цель проекта - создание условий для эффективного развития распределенной генерации за счет построения на рынках электроэнергии прозрачной и экономически выгодной системы отношений, позволяющей интегрировать локальную генерацию промышленных кластеров в Единую энергетическую систему Российской Федерации с условием сохранения необходимого уровня надежности и безопасности функционирования всей энергосистемы и экономической базы сетевого комплекса.

В ходе реализация пилотного проекта ставились следующие задачи:

- Создание и развитие активных энергетических комплексов с применением инновационных технологий (а именно, создание нескольких площадок функционирования АЭК в условиях постоянного наблюдения);
- Апробация полноты и достаточности правовых и технологических механизмов регулирования.

Технологические аспекты. Основным элементом АЭК является управляемое интеллектуальное соединение (далее – УИС). Используемое программное обеспечение позволяет выполнять анализ и оптимизацию потребления потребителей, которые входят в состав АЭК. Главная функция УИС – гарантировать внешней электросетевой организации непревышение потребленной АЭК мощности над мощностью, предусмотренной условиями договора технологического присоединения.

В случае если происходит превышение потребления заявленной мощности из внешней сети, то УИС может отдавать команды о снижении потребления на исполнительные устройства потребителей. Если этого недостаточно для обеспечения нормального режима потребления, то УИС производит отключение потребителя, который нарушил условия по потребляемой мощности.

Оптимальными условиями для создания АЭК является близость к территориям промышленных кластеров.

Обязательные условия для участия в пилотном проекте:

- участвуют исключительно промышленные потребители.
- АЭК не имеет право выдавать произведенную электрическую мощность в сеть.
- В АЭК не входят территориальные сетевые организации.

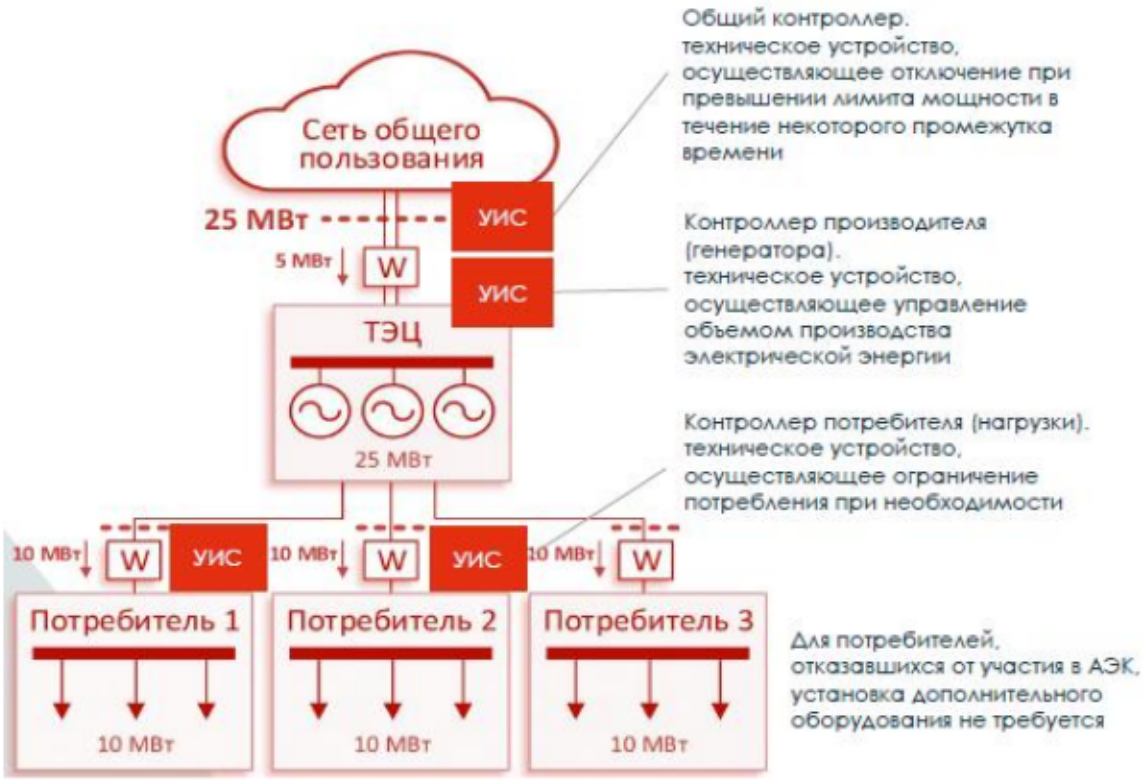


Рисунок 12 – принцип работы Управляемого интеллектуального устройства

Приказом Минэнерго России от 30.06.2020 №507 утверждены требования к управляемому интеллектуальному соединению активных энергетических комплексов, в рамках которых определены функции вновь создаваемой системы, основными из которых являются:

1. Автоматическое регулирование внешних перетоков активной мощности в пределах разрешенной мощности активного энергетического комплекса (АЭК) с коррекцией по частоте посредством автоматического регулирования активной мощности генерирующих установок (ГУ) объекта по производству электрической энергии АЭК.
2. Автоматическое ограничение внешних перетоков активной мощности АЭК при превышении разрешенной мощности АЭК и (или) возникновении перетока (-ов) активной мощности во внешнюю электроэнергетическую систему (ЭЭС) посредством:
   - отключения нагрузки, в соответствии с разрешенными мощностями объектов АЭК и заданными приоритетами отключения отдельных управляемых энергопринимающих устройств, и отключения генераторов объектов АЭК через выдержки времени,
   - отключение линий связи АЭК с ЭЭС через выдержку времени.
3. Автоматическое включение нагрузки объектов АЭК с проверкой условия непревышения разрешенной мощности АЭК.
4. Автоматическое включение линий связи АЭК с ЭЭС (в том числе точная автоматическая синхронизация на выключателях линий связи АЭК с ЭЭС).
5. Автоматическое отключение нагрузки в изолированном режиме работы АЭК.
6. Автоматическое выделение АЭК на изолированную работу при снижении частоты ниже уставки (параметра настройки) по частоте через выдержку времени.
7. Астатическое регулирование частоты АЭК в изолированном режиме работы или автоматическое изменение режима регулирования выделенной ГУ на режим астатического регулирования частоты АЭК.

8. Обеспечение действия устройств противоаварийной автоматики на изменение значений активной мощности внешних перетоков АЭК, выделение на изолированную работу АЭК и блокировку автоматического включения линий связи АЭК.
9. Расчет объема оказанных услуг по передаче электрической энергии для каждого субъекта АЭК за расчетный период по ставке, отражающей удельную величину расходов на содержание электрических сетей.
10. Автоматическая отправка результатов расчета объемов оказанных услуг по передаче электрической энергии в электронной форме сетевой организации и гарантирующему поставщику.

Регистрация и хранение сигналов управляющих воздействий на изменение эксплуатационных состояний объектов управления совместно со значениями потребляемой и генерируемой активной мощности каждого объекта АЭК для каждого случая формирования данных управляющих воздействий.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 21.03.2020 г. №320 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования активных энергетических комплексов» Субъектами АЭК может быть выбран один из двух вариантов оплаты услуг по передаче электрической энергии, оплачиваемых по ставке, отражающей величину расходов на содержание электрических сетей.

Основные эффекты от внедрения проекта. Эффект модели АЭК основан на изменении принципа оплаты электрической энергии и мощности. Для перехода на новый принцип оплаты субъект АЭК обязан заявить величину разрешенной мощности до начала проекта. Заявленные параметры строго контролируются УИС в течение всего проекта. При систематических нарушениях заявленных параметров АЭК исключается из состава участников пилотного проекта

Для региона:

- создание стабильно развивающихся производственно-энергетических кластеров;
- высвобождение сетевой мощности;
- повышение инвестиционной привлекательности.

Для инвестора в локальный энергоисточник:

- оптимизация операционных расходов за счет синхронизации работы объектов потребителя и производителя;
- возможность увеличения отпускной цены на электроэнергию для конечного потребителя;
- возможность увеличения загрузки оборудования за счет присоединения новых потребителей.

Для промышленных потребителей в составе АЭК:

- снижение затрат на электроснабжение за счет изменения подхода к оплате услуг по передаче электрической энергии;
- рост конкурентоспособности как следствие снижения себестоимости производства;
- появление энергетической ответственности.

В 2023 году по итогам окончания 1 этапа проекта будет подготовлен доклад в Правительство Российской Федерации, на основании которого будет принято решение о дальнейшем развитии АЭК в Российской Федерации.

1.3.2 АО «СО ЕЭС»: Пилотный проект по разработке и внедрению целевой модели управления спросом на электроэнергию (Demand Response).

Тип проекта:
инфраструктурный
новые рынки

Стадия зрелости:
пилотирование/внедрение

Используемое ПО:
расчетный модуль управления спросом

Применяемые СЦТ:
Интернет вещей, Искусственный интеллект, Новые производственные технологии, Системы распределенного реестра, Робототехника и сенсорика

Актуальность проекта. Управление спросом на электроэнергию (англ. Demand Response) – это изменение потребления электроэнергии потребителями относительно их нормального профиля нагрузки в ответ на изменение цен на электроэнергию во времени или в ответ на стимулирующие выплаты, предусмотренные для того, чтобы снизить потребление в периоды высоких цен на электроэнергию на оптовом рынке или когда системная надежность под угрозой. Управление спросом может снижать цены на электроэнергию на оптовом рынке, что, в свою очередь, приводит к снижению цен на розничном рынке.

Предпосылкой к развитию управления спросом является рост технологических возможностей для изменения потребителями режимов собственного электропотребления в силу развития технологий телекоммуникаций, средств автоматизации производства, распространения

распределенной генерации и накопителей энергии. Использование такого ресурса позволит повысить эффективность работы энергосистемы и создаст новые механизмы оптимизации затрат на энергоснабжение для потребителей, а также увеличит использование эффективной генерации. При внедрении проекта управления спросом на электрическую энергию применяется принцип технологической нейтральности в отношении используемых конечными потребителями технологий управления собственным электропотреблением, что приводит к конкуренции технологий и внедрению наиболее эффективных решений. Пилотный проект «**Управление спросом на электроэнергию» реализуется АО «СО ЕЭС»** с 2019 года и продлен на 2021 год. В настоящий момент проект находится в состоянии пилотирования с последующим внедрением на оптовый рынок электрической энергии и мощности (далее – ОРЭМ). Проект направлен на создание нового сегмента рынка электроэнергии. Бюджет проекта по состоянию на 2020 год составил 1,4 млрд рублей. Финансирование проекта осуществляется через тариф Системного оператора за счет средств покупателей ОРЭМ. При этом эффект в виде снижения цены также получают покупатели ОРЭМ.

Цели проекта - повышение эффективности работы ЕЭС России, за счет привлечения нового ресурса регулирования баланса спроса и предложения на стороне потребителей электроэнергии. Трансформация роли потребителей в энергосистеме, позволяющая им самостоятельно выступать поставщиками ресурсов регулирования баланса в энергосистеме.

Реализация проекта позволит решить следующие задачи:

- Привлечение нового ресурса регулирования баланса спроса и предложения;
- Повышение эффективности использования объектов генерации, объектов потребления;

- Повышение степени утилизации объектов генерации и накопителей у потребителей;
- Стимулирование развития новых видов услуг.

Этапы реализации проекта. На этапах подготовки и начала реализации пилотного проекта проведен анализ существующего опыта, необходимых ресурсов, а также информирование участников рынка электроэнергии о планируемом запуске нового механизма. Далее разработаны нормативно-правовые основания для запуска пилотного проекта, а также необходимая договорная документация. На текущем этапе проект находится на стадии опытно-промышленной эксплуатации и постепенного перехода к промышленному внедрению: отобраны исполнители и заключены договоры, отработаны методики контроля исполнения договорных обязательств, обучен персонал для работы с новым механизмом. Для внедрения нового механизма в работу ОРЭМ необходима доработка целевой модели управления спросом, а также один из важнейших шагов - изменение Федерального закона «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 № 35-ФЗ.

Как видно из рисунка 1, за полтора года работы проекта объем участия в программе управления спросом вырос более чем в 10 раз и составил порядка 500 МВт на конец 2020 года. Планируется, что к 2025 году объем мощности, участвующей в программе, составит 4 ГВт и вырастет до 6 МВт к 2035 году. Обширная география участия насчитывает порядка 50 регионов присутствия программы.

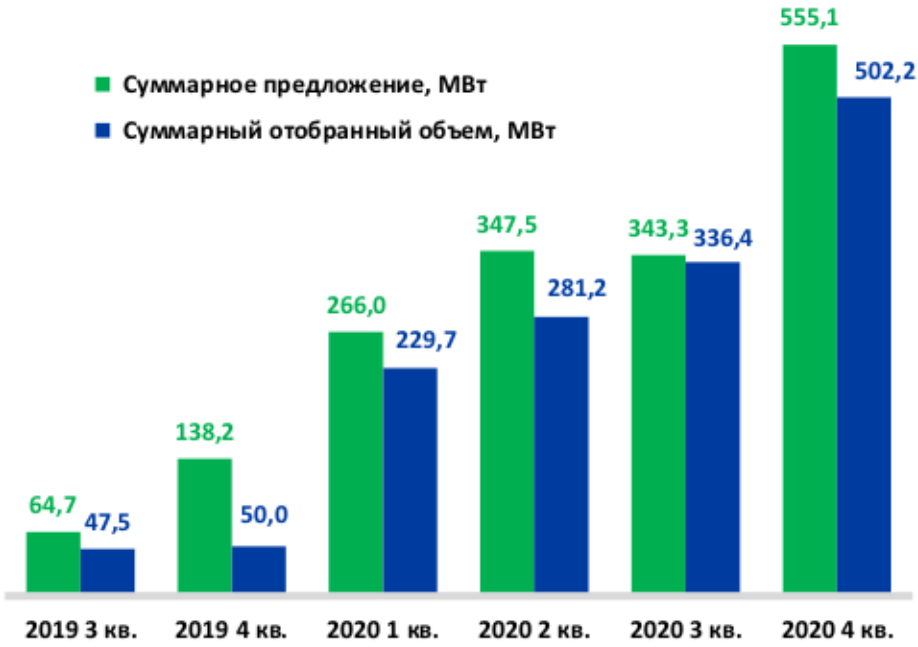


Рисунок 13 - Динамика объемов управления спросом

По факту на 3 квартал 2020 года в структуре участия в программе управления спросом абсолютное большинство приходится на независимые энергосбытовые компании и гарантирующие поставщики, однако в программе также отмечено активное участие потребителей (рисунок 14). Существуют примеры, когда потребители самостоятельно создают компании-агрегаторы для агрегирования производственных мощностей собственных потребителей на начальном этапе и далее расширяют свое присутствие и внедряют других потребителей, в других регионах и даже ценовых зонах. В отношении структуры потребителей по отраслям по отобранному объему оказания услуг также отмечается высокий уровень диверсификации (рисунок 15).

Рисунок 14 - Структура агрегаторов спроса по отобранному объему

Рисунок 15 - Структура потребителей по отраслям по отобранному объему оказания услуг в 3 кв. 2020 г., МВт

Программа востребована как среди крупных игроков энергетического рынка: ГК Росатом, ПАО «Интер РАО», ПАО «Энел», ПАО «Газпром», ПАО «Фортум», ООО «Русэнергосбыт», так и среди крупнейших промышленных потребителей. Всего в программе приняли участие 70 компаний агрегаторов и более 300 объектов управления, каждый из которых состоит из одного или нескольких потребителей.

Основные эффекты от внедрения проекта

Для энергосистемы: создание дополнительных механизмов регулирования, создание нового класса участников рынка – агрегаторов.

Для бизнеса:

- Снижение уровня затрат на потребление электроэнергии.
- Получение дополнительного дохода с рынка электроэнергии: для потребителей как промышленных, так и не промышленных с наличием технологической возможности изменения потребления внутри суток, создан новый сегмент рынка и возможность получения дополнительного дохода.
- Получение конкурентных преимуществ за счет участия в снижении вредных выбросов и снижении углеродного следа: маркировка продукции, при производстве которой использовались технологии, направленные на снижение углеродного следа.

Для населения: снижение уровня косвенных затрат на потребление электроэнергии, формирование поведенческой экономики.

Дополнительно в рамках данного проекта реализуется проект по организации передачи данных коммерческого учета электроэнергии с интеллектуальных приборов учета конечных потребителей. Цель проекта – автоматизированный сбор, верификация и предоставление данных с интеллектуальных приборов учета третьей стороной, не состоящей в

договорных отношениях в рамках программы управления спросом. Данный пилотный проект проходит на площадке ОАО «МРСК Урала».

1.3.3 ПАО «Россети»: Цифровая подстанция (типовые решения)

Тип проекта: новые рынки

Стадия зрелости: внедрение/ тиражирование

Используемое ПО: Электронный каталог типовой проектной документации на РЗА, АСУТП, СОПТ и ПА, Система автоматизированного проектирования типовых решений РЗА, АСУТП, СОПТ и ПА

Применяемые СЦТ: Новые производственные технологии

В соответствие с Паспортом ведомственного проекта «Единая техническая политика – надежность электроснабжения», утвержденного Минэнерго России, ПАО «ФСК ЕЭС» (входит в группу компаний ПАО «Россети») поручено до 31.12.2020 разработать матрицу типовых решений для цифровых подстанций. В этой связи, начиная с 2015 года, реализуется проект «Цифровая подстанция (типовые решения)» (далее – ЦПС), который в том числе включает в себя создание корпоративного профиля МЭК-61850.

Цели и задачи проекта:

- Повышения надежности электроснабжения;
- Снижение капитальных и операционных затрат на эксплуатацию систем релейной защиты и автоматики, автоматизированной системы управления технологическим процессом, системы оперативного постоянного тока и противоаварийной автоматики (далее соответственно – РЗА, АСУ ТП, СОПТ, ПА);

- Обеспечение независимости от одного производителя.

Этапы реализации проекта. На текущий момент ПАО «Россети» создано 84 ЦПС. Остальные объекты – либо в процессе реализации решения, либо на этапе опытной экслуатации. В частности, около 150 подстанций (далее – ПС) работают с применением стандарта МЭК-61850 в части MMS и GOOSE для целей оперативной блокировки. Из них на 46 ПС GOOSE применен в том числе и для целей РЗА.

Технологические особенности. В основе создания типовых решений цифровой подстанции лежит стандарт Международной электротехнической комиссии 61850 (далее – МЭК 61850).

ПАО «ФСК ЕЭС» разработаны архитектуры типовых шкафов ЦПС, функциональная характеристика которых представлена на рисунке 16.

Архитектура 2 типа. Взаимодействие между интеллектуальными электронными устройствами (далее – ИЭУ) выполняется при помощи объектно-ориентированных сообщений (протокол GOOSE) согласно стандарту МЭК 61850-8-1, информационный обмен с верхним уровнем (SCADA) осуществляется по цифровому протоколу MMS. Измерения тока и напряжения передаются в виде электрических аналоговых сигналов с использованием контрольных кабелей.

Архитектура 3 типа. Взаимодействие между ИЭУ РЗА выполняется при помощи объектно-ориентированных сообщений (протокол GOOSE) согласно стандарту МЭК 61850-8-1. Информация от измерительных устройств тока и напряжения передается в цифровом виде с использованием протокола передачи мгновенных значений (SV) согласно стандарту МЭК 61850-9-2. Информационный обмен с верхним уровнем (SCADA) осуществляется по цифровому протоколу MMS.

	2 Архитектура	3 Архитектура
Получение аналоговых входных параметров	Ток, напряжение, 3*I, 3*U	SV поток 3*I, SV поток 3*U,
Получение дискретных входных параметров	GOOSe	GOOSe
Выдача управляющих воздействий	GOOSe	GOOSe
испытательные блоки	испытательные блоки для I и U	
кнопки	для ввода/вывода функций и управляющих воздействий	Для ввода/вывода функций, управляющих воздействий , вывода I, U и перевода токов на ОВ
Выдача информации в АСУ ТП и др. системы	MMS, Report	MMS, Report
Шкафы РЗА и УПАСК	44 + 22	25 + 22
Шкафы АСУ ТП, шкафы наружной установки	27 + 32	

Рисунок 16 - типы архитектуры шкафов ЦПС

Основные эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса внедрение технологий ЦПС на объектах электроэнергетики позволит:

- **Повысить надёжность функционирования энергосистемы** за счёт возможности комплексов РЗА и АСУ ТП оставаться работоспособными при нескольких последовательных отказах.
- **Снизить затраты на капитальное строительство за счёт:**

применения типовых решений;

улучшения конкурентной среды среди производителей оборудования, обеспечения внедрения отечественных инновационных разработок;

снижения затрат на здание ОПУ и кабельную инфраструктуру РУ;

снижения времени строительства и наладки ЦПС за счёт уменьшения количества подключаемых кабельных связей в 10 раз.

- **Снизить эксплуатационные расходы за счёт:**

своевременного диагностирования параметров оборудования, выходящих за нормативные пределы;

дистанционного контроля состояния комплексов РЗА и АСУ ТП;

перехода на техническое обслуживание оборудования и устройств по состоянию;

оптимизации количества оперативного персонала на ЦПС;

обеспечения взаимозаменяемости оборудования разных производителей и уменьшения складских резервов.

Для населения: сокращение количества ошибок и сбоев при обслуживании клиентов, Сокращение времени восстановления после аварийных событий.

Перспективы проекта. В целевой модели цифровой энергетики типовая ЦПС является информационным базисом для дальнейшей цифровизации технологических процессов электросетевого комплекса, в том числе для обмена информацией между различными программно-техническими комплексами, накоплении информации с использованием нейронных сетей и технологии больших данных и прогнозирования отказов и нарушений, что в дальнейшем позволит осуществить переход на предиктивное обслуживание.

Рисунок 17 - целевая модель комплексов РЗА и АСУ ТП в цифровой энергетике

1.3.4 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой

Тип проекта: новые рынки

Стадия зрелости: НИОКР/ пилотирование

Используемое ПО: собственная разработка АО «РАСУ»

Применяемые СЦТ: Новые производственные технологии

Проект по разработке, опытному внедрению и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой стартовал в в 2018 году. Данное решение является важной вехой в развитии направления бизнеса «Цифровая энергетика» Госкорпорации «Росатом», поскольку способно сформировать новые классы активов, необходимые в качестве базиса для эффективного применения новых технологий в процессе цифровой трансформации электроэнергетики.

Цель проекта – создание высоко-конкурентного отечественного решения для «цифровых подстанций», имеющего высокий экспортный потенциал и востребованный как при модернизации существующих объектов, так и при новом строительстве на рынке электроэнергетики РФ и за рубежом

Проект направлен на решение следующих задач:

- Повышение эффективности операционной деятельности;

- Развитие новых направлений услуг;
- Создание новых продуктов для российского и международных рынков;
- Снижение себестоимости продукции и сроков протекания процессов и повышение эффективности инвестиций.

Этапы реализации проекта. В 2018-2020 годах завершены стадии разработки технико-экономического обоснования, научного исследования и проектирования и вышел на стадию разработки и выпуска опытного образца. На начало 2021 года запланирован ввод проекта в опытно-промышленную эксплуатацию с последующим прохождением патентных процедур, сертификации и аттестации. Опытно-промышленное производство запланировано на 2022 год. В качестве пилотной площадки для отработки технологии и получения данных по надежности и экономической эффективности технологии определено одно из предприятий Госкорпорации «Росатом».

Ключевым компонентом разрабатываемого технологического решения является универсальная программно-аппаратная платформа («кластер»), которая способна заменить собой 12 единиц специализированного оборудования. Принцип ее устройства представлен на Рисунке 18.

Рисунок 18 - принцип устройства универсальной программно-аппаратной платформы («кластер»).

Передача цифровых сигналов по единой шине обеспечивает высокое качество данных за счет единства измерений, снижение расходов на организацию и обслуживание кабельных связей между устройствами и сроков ввода в эксплуатацию. Отчуждаемое программное обеспечение позволяет применять новые принципы резервирования и обеспечивает развитие алгоритмов вследствие роста конкуренции на рынке. Платформа позволяет реализовать любые промышленные алгоритмы, протоколы обмена данными, построить автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) с архитектурой любой сложности.

Основные эффекты от внедрения проекта для бизнеса проявляются в сдерживании роста цен на электроэнергию и повышении уровня доступности информации о состоянии подключения к сетям. Общим эффектом для бизнеса и потребителя является повышение безопасности сотрудников, сокращение времени реагирования на аварию.

Перспективы развития. Решение является альтернативным текущему порядку формирования архитектуры подстанции и после успешных

испытаний может быть использовано наряду с традиционными инструментами построения подстанции не только сетевыми организациями, но и субъектами генерации.

Наибольший интерес для цифровой трансформации имеет дальнейшее развитие проекта в части удаленного управления подстанциями и группами подстанций и соответствующей электросетевой инфраструктурой, включая управление их жизненным циклом (в том числе ремонты и модернизацию), а также построение системы управления работой персонала на этих объектах.

1.3.5 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Пилотный проект по установке Систем накопления электроэнергии для оптимизации стоимости покупки электроэнергии

Тип проекта: новые рынки

Стадия зрелости: пилотирование

Используемое ПО: собственная разработка АО «Атомэнергопромсбыт»

Применяемые СЦТ: Новые производственные технологии, интернет вещей, искусственный интеллект

Актуальность проекта. Фактический и прогнозный рост производства мощностей литий-ионных аккумуляторных батарей и, как следствие, прогнозное снижение их стоимости определяют положительную динамику развития мирового рынка электрохимических накопителей и систем накопления энергии (СНЭ) на ближайшее десятилетие. По прогнозу BloombergNEF, стоимость одного киловатт-часа накопителя будет равняться 90$ в 2024 году и 61$ в 2030 году[3].

Согласно прогнозным исследованиям, спрос на производство накопителей значительно вырастет в ближайшие десятилетия в первую очередь по причине активного развития электротранспорта, в том числе и в России. На мировом рынке производства накопителей уже заняли прочные позиции такие компании как Panasonic, LG, Samsung, Saft, NEC, Maxell, поэтому создать серьезную конкуренцию таким гигантам в настоящий момент представляется маловероятным. Тем не менее, для компаний, чья стратегия развития направлена на диверсификацию собственных бизнесов и

[3] New Energy Outlook, BloombergNEF, 2020.

выход на новые рынки, окно возможностей для выхода на рынок накопителей энергии еще открыто и оно находится в сфере комплексных сервисных услуг по оптимизации и управлению работой накопителей.

Россия на глобальном рынке занимает позицию поставщика сырья для производства литий-ионных накопителей с добавленной стоимостью в размере 5% от цены готовой батареи[4]. Таким образом, для российских компаний есть реальные возможности для развития в этом направлении и они не упускают шанс их использовать.

Так, в 2020 году ГК «Росатом» стартовал пилотный проект по установке Систем накопления электроэнергии для оптимизации стоимости покупки электроэнергии у промышленных потребителей.

Цель проекта - извлечение прибыли за счет оказания энергосервисных услуг по оптимизации графика электропотребления путем диспетчеризации систем накопления электроэнергии у потребителя. Проект является значимым этапом развития бизнес-модели коммерческой диспетчеризации и вехой в стратегии развития ГК «Росатом».

Реализация проекта направлена на решение следующих практических задач:

- Снижение стоимости электроснабжения потребителя
- Оптимизация графика электропотребления потребителя
- Расчет оптимального графика работы систем накопления электроэнергии
- Предиктивная аналитика расчета графика работы систем накопления электроэнергии, в т.ч.:
  - прогноз часа пиковой нагрузки региона
  - прогноз/планирование почасового потребления «площадки».

[4] «Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития». Vygon Consulting, 2020.

Технологическое решение включает в себя литий-ионный накопитель в контейнерном исполнении и систему управления режимами его работы на основе предиктивных моделей, разработанных ГК «Росатом». Структура программно-аппаратного комплекса представлена на рисунке 19.

Пилотными площадками для реализации проекта стали Московская и Тульская область, суммарные параметры установленных накопителей составили 1МВт мощности, 1 МВтч электроэнергии (емкости). В существующем правовом поле реализовать механизм оказания энергосервисных услуг посредством диспетчеризации систем накопления энергии возможно двумя способами: путем заключения договора оказания сервисных услуг напрямую с потребителем или опосредованно через энергосбытовую компанию. В первом случае максимальный эффект получает потребитель, во втором – эффект распределяется между потребителем и сбытовой компанией

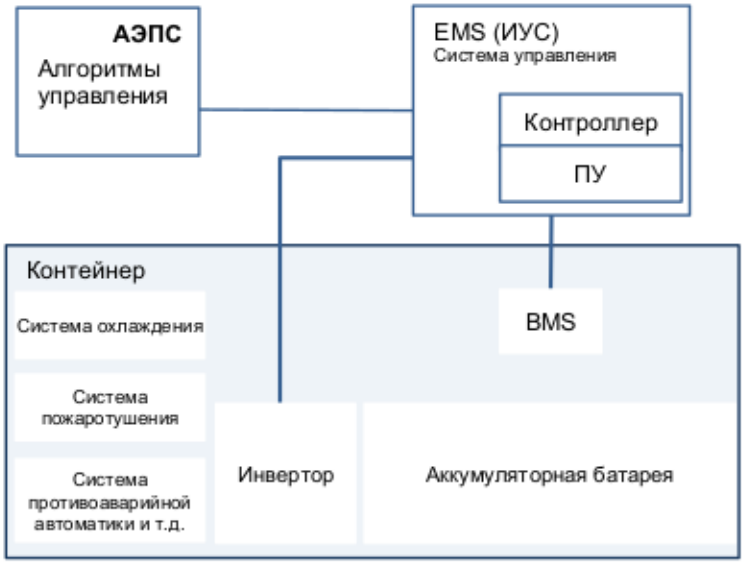


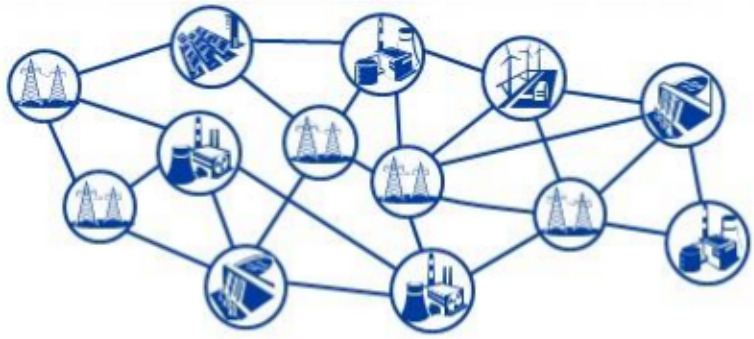
Рисунок 19 - Структура программно-аппаратного комплекса системы накопления электроэнергии для коммерческой диспетчеризации.

Основные эффекты от внедрения проекта для потребителей заключаются в снижении уровня затрат на электроснабжение, повышении уровня наблюдаемости и оптимизации бизнес-процессов за счет внедрения интеллектуального энергоменеджмента на базе накопителей электроэнергии, а также исключение необходимости несения затрат на собственное программное обеспечение и оборудование и безопасности использования такого решения.

В перспективе развития проекта – расширение набора возможных сервисов в их различных комбинациях:

- Энергосервис с применением накопителя
- Диспетчеризация действующих блок-станций в пиковом режиме
- Строительство новых блок-станций для пиковых режимов по долгосрочному договору поставки электроэнергии
- Автоматизация управления энергопотреблением оборудования с ресурсом гибкости (компрессоры, холодильное оборудование, отопление и др.)
- Услуги агрегатора управления спросом на оптовом рынке электроэнергии
- Минимизация углеродного следа за счет интеграции ВИЭ
- Модернизация систем технического учета и предоставление расширенной аналитики по производственным процессам на основании данных электропотребления.

1.3.6 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров



Тип проекта: инфраструктурный

Стадия зрелости: внедрение

Используемое ПО: система доведения плановой мощности (СДПМ)

Применяемые СЦТ: Интернет вещей

В соответствии с Энергетической Стратегией Российской Федерации до 2035 года, одной из задач российского энергетического сектора является переход оперативно-диспетчерского управления на 100-процентное автоматическое дистанционное управление режимами работы объектов электрической сети 220 кВ и выше и объектами генерации мощностью 25 МВт и выше в Единой энергетической системе Российской Федерации (далее – ЕЭС) к окончанию планового периода. Такая потребность сформировалась в ответ на ряд вызовов, преодоление которых стало возможным с развитием цифровых технологий промышленного интернета вещей и искусственного интеллекта. Прежде всего, значительное влияние на эффективность управления работой генерирующих объектов оказывает человеческий фактор. В настоящее время диспетчерские команды, которые являются одним из инструментов управления активной мощностью электростанций из диспетчерских центров, передаются на электростанции голосовыми сообщениями (по телефону), что увеличивает вероятность ошибки при обработке таких сообщений. Очевидна необходимость сведения к минимуму антропогенной ошибки для повышения эффективности и надежности работы энергетической системы.

Не менее важным вызовом является необходимость унификации каналов передачи данных, которые позволили бы передавать диспетчерские команды, плановые графики и задание внеплановой мощности в автоматическом режиме в единой системе обмена данными, которая исключала бы возможность ошибки в результате разрозненного существования различных систем, призванных выполнять единую комплексную задачу.

АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (далее – АО «СО ЕЭС»), являясь специализированной организацией, единолично осуществляющей централизованное оперативно-диспетчерское управление ЕЭС, выступает в данной связи драйвером инфраструктурных преобразований и инициатором ряда совместных проектов с генерирующими компаниями.

Проект «**Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров» запущен АО «СО ЕЭС»** в 2017 году и рассчитан на период до 2035 года.

Цели проекта:

- Развитие технологии регулирования электроэнергетического режима путем автоматического дистанционного управления графиками нагрузки из диспетчерских центров АО «СО ЕЭС»;
- Исключение участия оперативного персонала электростанций в рутинных операциях приема из диспетчерских центров и передачи в автоматизированную систему управления технологическим процессом электростанции заданий плановой мощности;
- Создание технологических условий для развития рыночных механизмов балансирования внутри часа (сокращение цикла расчета ПБР), что позволяет точнее реагировать на внутричасовые изменения

технологического режима работы и эксплуатационного состояния ЛЭП, оборудования и устройств объектов электроэнергетики, а также параметров электроэнергетического режима энергосистемы, в том числе:

нелинейное изменение потребления от часа к часу;

резкопеременную генерацию электростанций ВИЭ, доля которой в ЕЭС растет значительными темпами;

изменяющуюся с учетом температуры окружающего воздуха пропускную способность сети.

Реализация проекта направлена на решение задач, связанных с повышением эффективности оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России, а также развитием технологий оптового рынка электроэнергии и мощности.

Технологическое решение. Система автоматического доведения плановой мощности позволяет обеспечивать высокую скорость и надежность доставки информации.

В целях установления единых требований к осуществлению изменения технологического режима работы и эксплуатационного состояния электросетевого оборудования, устройств релейной защиты и автоматики, изменения нагрузки генерирующего оборудования электростанций с использованием средств дистанционного управления из диспетчерских центров субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике была разработана серия национальных стандартов ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление», включая:

ГОСТ Р «Требования к управлению электросетевым оборудованием и устройствами релейной защиты и автоматики»;

ГОСТ Р «Требования к управлению активной мощностью генерирующего оборудования гидроэлектростанций»;

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии»;

ГОСТ Р «Требования к информационному обмену при организации и осуществлении дистанционного управления»;

ГОСТ Р «Реализация защищенного профиля протокола МЭК 60870-5-104 для организации информационного обмена в электроэнергетике Российской Федерации»,

а также сформированы требования к дистанционному управлению активной мощностью генерирующего оборудования тепловых электростанций (для реализации пилотных проектов).

Этапы реализации проекта. Первый этап проекта начался в 2017 году и завершился в 2020 году. Пилотными площадками для реализации проекта стали гидроэлектростанции ПАО «РусГидро», отработка технологии осуществлялась в 2019-2020 гг на четырёх площадках ПАО «РусГидро»: Чиркейской ГЭС, Волжской ГЭС, Саратовской ГЭС, Камской ГЭС. В ходе этого этапа осуществлялась разработка программного обеспечения, экспериментального образца, тестирование, выявление дефектов и их устранение, разработка типовых требований и тиражирование технологии.

Второй этап проекта рассчитан на период 2021 - 2035 гг. В ходе второго этапа продолжится тиражирование типовых решений на ГЭС и дальнейшее внедрение технологии на ТЭС. Отработанная на ГЭС технология автоматического доведения плановых графиков позволяет использовать ее,

также, для любых ТЭС. На рисунке 20 представлены все объекты ПАО «РусГидро», на которые тиражировано данное решение.

Рисунок 20 - Совместный проект АО «СО ЕЭС» и ПАО «РусГидро» по дистанционному управлению графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров

Основные эффекты от внедрения проекта

Для энергосистемы:

➢ возможность перехода к расчетам и доставке ПБР каждые 5–15 минут;

➢ возможность учета в режиме, близком к реальному времени, изменения потребления, фактического состояния ЛЭП, оборудования, устройств и реальной пропускной способности электрической сети, с формированием и автоматической реализацией наиболее экономичного планового диспетчерского графика;

➢ оперативное изменение нагрузки готовых к участию в регулировании наиболее маневренных электростанций;

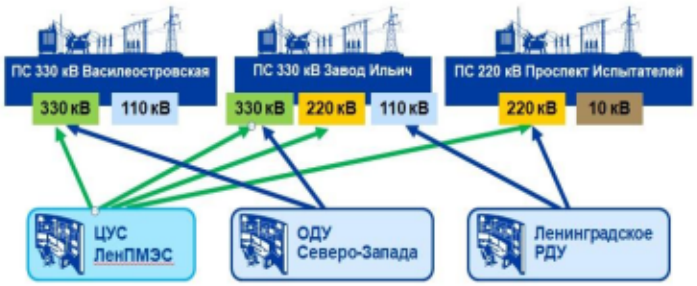
- минимизация изменения нагрузки неманевренных электростанций и сокращение количества спорадических диспетчерских команд в целях компенсации отклонений в энергосистеме;
- снижение стоимости электроэнергии на оптовом рынке.

Для генерации:

- работа по заданному графику нагрузки без внеплановых изменений генерации по диспетчерским командам;
- повышение технико-экономических показателей работы генерирующего оборудования;
- минимизация ошибочных действий оперативного персонала электростанции;
- возможность учета в режиме, близком к реальному времени, изменения фактического технологического режима работы и эксплуатационного состояния генерирующего оборудования;

в перспективе – финансовое стимулирование участия в автоматическом третичном регулировании.

1.3.7 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций



Тип проекта: инфраструктурный

Стадия зрелости: внедрение

Используемое ПО: Автоматизированная система производства переключений (АСПП)

Применяемые СЦТ: Интернет вещей

Проект «**Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций»** запущен АО «СО ЕЭС» в 2015 году и проходил в несколько этапов. В 2015 – 2016 гг. разрабатывались технические требования и документация, программное обеспечение, отобраны подстанции (далее – ПС) и диспетчерские центры для пилотирования. На втором этапе проекта для отработки технологии дистанционного управления объектами релейной защиты автоматики в качестве пилотной площадки выбрана ПС 220 кВ Зеленодольская. В ходе пилотного проекта осуществлялась доработка программного обеспечения АСУ ТП объектов электроэнергетики и оперативного информационного комплекса диспетчерских центров, внедрение системы, ее тестирование и устранение дефектов, дальнейшая доработка по результатам тестирования и последующее внесение изменений в нормативные правовые акты.

На третьем этапе (2020 год) осуществлялась подготовка и реализация пилотного проекта дистанционного управления оборудованием ГЭС. В

качестве пилотных площадок для отработки технологии были определены Воткинская ГЭС ПАО «РусГидро», филиалы АО «СО ЕЭС» Пермское РДУ, ОДУ Урала. На данном этапе также выполнялась разработка требований к системе, доработка АСУ ТП ГЭС, внедрение, тестирование и устранение дефектов.

Масштабирование технологии на подстанциях и электростанции продлится.

Цели проекта:

- сокращение времени переключений в электроустановках при выполнении плановых оперативных переключений и ликвидации аварий в энергосистеме;
- повышение безопасности работ оперативного персонала подстанций и электростанций при выполнении оперативных переключений;
- возможность оптимизации схем оперативного обслуживания подстанций;
- полная автоматизация производства переключений в электроустановках.

Технологическое решение. Дистанционное управление из ОДУ, РДУ, ЦУС или АРМ оперативного персонала объекта электроэнергетики осуществляется по принципу обеспечения возможности отдачи команд дистанционного управления из единственного источника в каждый момент времени и в соответствии с фиксированным распределением функций дистанционного управления между источниками управления.

При захвате дистанционного управления одним из центров управления (ОДУ, РДУ, ЦУС, АРМ), прием и выполнение команд дистанционного управления из других источников в АСУТП блокируется.

На рисунке 21 представлен схематично принцип дистанционного управления из различных источников.

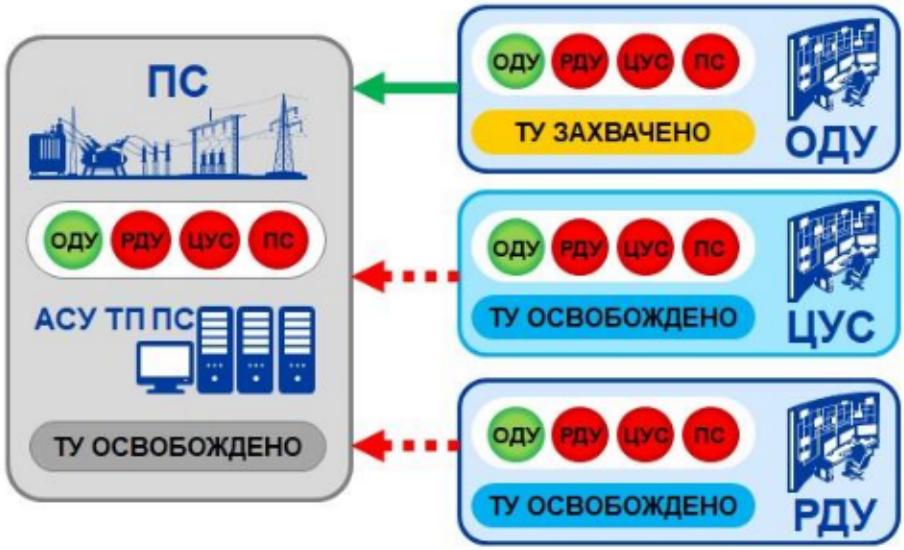


Рисунок 21 - Принцип дистанционного управления оборудованием подстанций из различных источников

Основные эффекты от внедрения проекта

- увеличение скорости реализации управляющих воздействий по изменению топологии сети и сокращение времени ликвидации аварий и длительности обесточения потребителей электрической энергии;
- сокращение времени производства плановых оперативных переключений;
- сокращение длительности режимных ограничений и времени вынужденного отклонения электростанций от планового графика нагрузки для выполнения режимных мероприятий на время производства переключений, как следствие, повышение технико-экономических показателей работы генерирующего оборудования и снижение стоимости электроэнергии на оптовом рынке;
- уменьшение общего времени отключения ЛЭП и электросетевого оборудования для производства ремонтных работ;

- минимизация рисков ошибочных действий оперативного персонала подстанций и электростанций;
- повышение безопасности оперативного персонала подстанций и электростанций за счет исключения его присутствия на РУ при выполнении оперативных переключений;
- возможность оптимизации схем оперативного обслуживания подстанций;
- внедрение автоматизированных программ переключений, позволяющих значительно сократить время выполнения операций. На рисунке 22 представлено сравнение длительности выполнения переключений до и после внедрения автоматизированной программы переключений по различным видам оборудования и ЛЭП.

Оборудование	Время выполнения операций традиционным способом	Время выполнения операций с использованием АПП
Выключатель (отключение, разборка схемы)	15 – 20 мин	1 мин 21 с
Система шин (отключение, разборка схемы)	20 – 60 мин	4 мин 28 с
Автотрансформатор (отключение, разборка схемы)	30 – 40 мин	2 мин 13 с
Линия электропередачи (отключение, разборка схемы, заземление)	40 – 90 мин	2 мин 19 с

Рисунок 22 - Время выполнения операций переключения по различным видам оборудования

1.4 ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Системы дистанционного мониторинга объектов применяются в различных задачах. Например, для оценки фактического состояния многочисленных единиц электротехнического оборудования при планировании технического обслуживания или для контроля состояния линий электропередачи, расположенных в труднодоступных районах. Использование систем дистанционного мониторинга позволяет снизить затраты (например, на выезд бригады), охватить большее количество объектов, уменьшить вероятность человеческой ошибки. В последние годы системы дистанционного мониторинга становятся интеллектуальными – в них задействуются инструменты машинного зрения и обучения, средства анализа больших данных. Это повышает эффективность дистанционного мониторинга, производительность труда оператора. Разработка и внедрение подобных интеллектуальных систем дистанционного мониторинга в электроэнергетике является актуальной задачей.

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, в рамках развития интеллектуального мониторинга работы электротехнического оборудования применяются следующие цифровые решения: мониторинг работы производственных активов, видеомониторинг и видеоаналитика объектов капстроительства, роботизированная диагностика инфраструктуры.

Мониторинг работы производственных активов – цифровое решение, позволяющее агрегировать данные о текущем состоянии активов и оборудования и обеспечивающее объективную картину режимов работы оборудования для того, чтобы эксплуатирующий и ремонтный персонал мог

принимать оперативные и обоснованные решения по эксплуатации оборудования. Мониторинг может производиться как локально (с помощью сенсоров, камер наблюдения), так и удаленно (например, с помощью дронов). Мониторинг активов также включает технологию компьютерного зрения (распознавание объектов видеокамерами). Мониторинг активов является первоначальным этапом технологии предиктивной аналитики.

Интеллектуальные системы видеонаблюдения, использующие тепловизионные камеры, позволяют автоматически обнаруживать повышение температуры в оборудовании. С помощью алгоритмов аналитики для интеллектуального обнаружения аномалий тепловые сигнатуры анализируются и используются в качестве предвестников реальных сбоев. Определенные алгоритмы, основанные на данных температуры могут быть реализованы, чтобы активировать автоматическое оповещение и уведомление о возможных проблемах. В связи с тем, что в последние годы стоимость тепловизионных камер снизилась, автоматизированный термический анализ стал более экономически эффективным инструментом мониторинга подстанций.

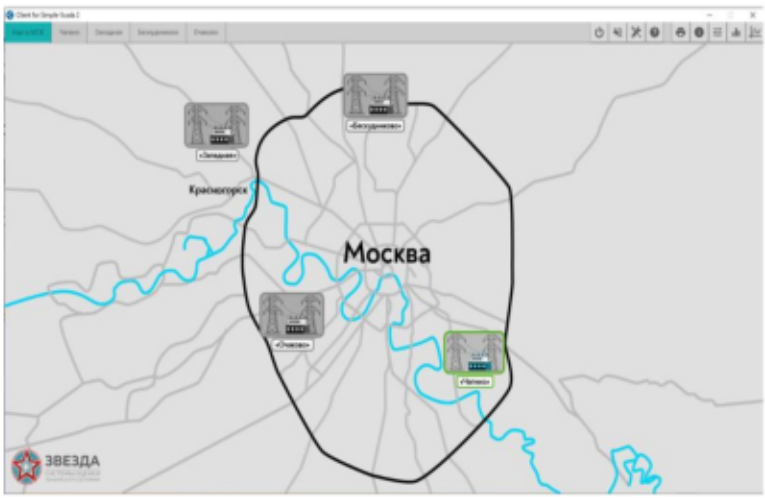
Роботизированная диагностика инфраструктуры - цифровое решение, позволяющее использовать роботов для наблюдения и определения неисправностей при работе с линиями электропередач без необходимости отключения напряжения или подъема ремонтного персонала на высоту.

Роботы/дроны, оборудованные рядом датчиков, могут проводить анализ состояния сети на определенных участках, которые могут быть труднодоступны и требовать использование спецтехники и обесточивания сети. Помимо инспекции конкретных проблемных участков, робот может быть оснащен индукционными катушками, которые позволят получать энергию от самой линии электропередачи, что позволит роботу оставаться развернутым в течение нескольких недель или месяцев.

Применяемые сквозные цифровые технологии: искусственный интеллект, интернет вещей, видеомониторинг и машинное зрение, робототехника и сенсорика.

Вклад в достижение ключевых показателей эффективности Стратегии: рост производительности труда, перевод взаимодействия с потребителем в цифровой формат, создание новых услуг, повышение надежности и безопасности электроснабжения, повышение безопасности работ и сокращение травматизма, развитие цифровых компетенций и наличие экспортного потенциала.

1.4.1 ПАО «Россети»: Интеллектуальный мониторинг силового оборудования энергообъектов (АСМД)



Тип проекта: инфраструктурный, организационный

Стадия зрелости: масштабирование/ тиражирование

Используемое ПО: «Звезда» на платформе «Simple-Scada»

Применяемые СЦТ: Искусственный интеллект, интернет вещей

Проект по созданию платформы автоматизированного контроля технического состояния (мониторинга) высоковольтного оборудования реализован ПАО «Россети» на объектах 4-х подстанций «Московского кольца» мощностью 500 кВ: «Очаково», «Бескудниково», «Чагино», «Западная» в период 2019-2020 гг. Для организации платформы применялся отечественный программный продукт ПТК «Звезда» разработки ООО «БО-Энерго», предназначенный для сбора, обработки, отражения и хранения информации, характеризующей рабочее состояние высоковольтного электротехнического оборудования в процессе эксплуатации.

Цель проекта - создание комплексного решения на базе технологий контроля технического состояния электросетевого оборудования под рабочим напряжением и комплекса организационных мероприятий для перехода на обслуживание силового оборудования подстанций ПАО «Россети» по текущему состоянию.

В ходе проекта путем модернизации или замены (преимущественно на отечественные решения) оптимизирована компонентная база АСМД, а

именно: ремонт/замена приборов измерения концентрации газов и влаги, растворенных в масле; интеграция приборов контроля изоляции вводов с интеграцией в единую АСМД; замена ПЛК, обновление ПО, исключение дублирования параметров в блоках мониторинга; интеграция исходных данных для диагностирования по цифровому интерфейсу с АСУ ТП ПС.

Ниже на рисунке 23 представлена Структурная схема комплексной АСМД энергообъектов «Московского кольца».

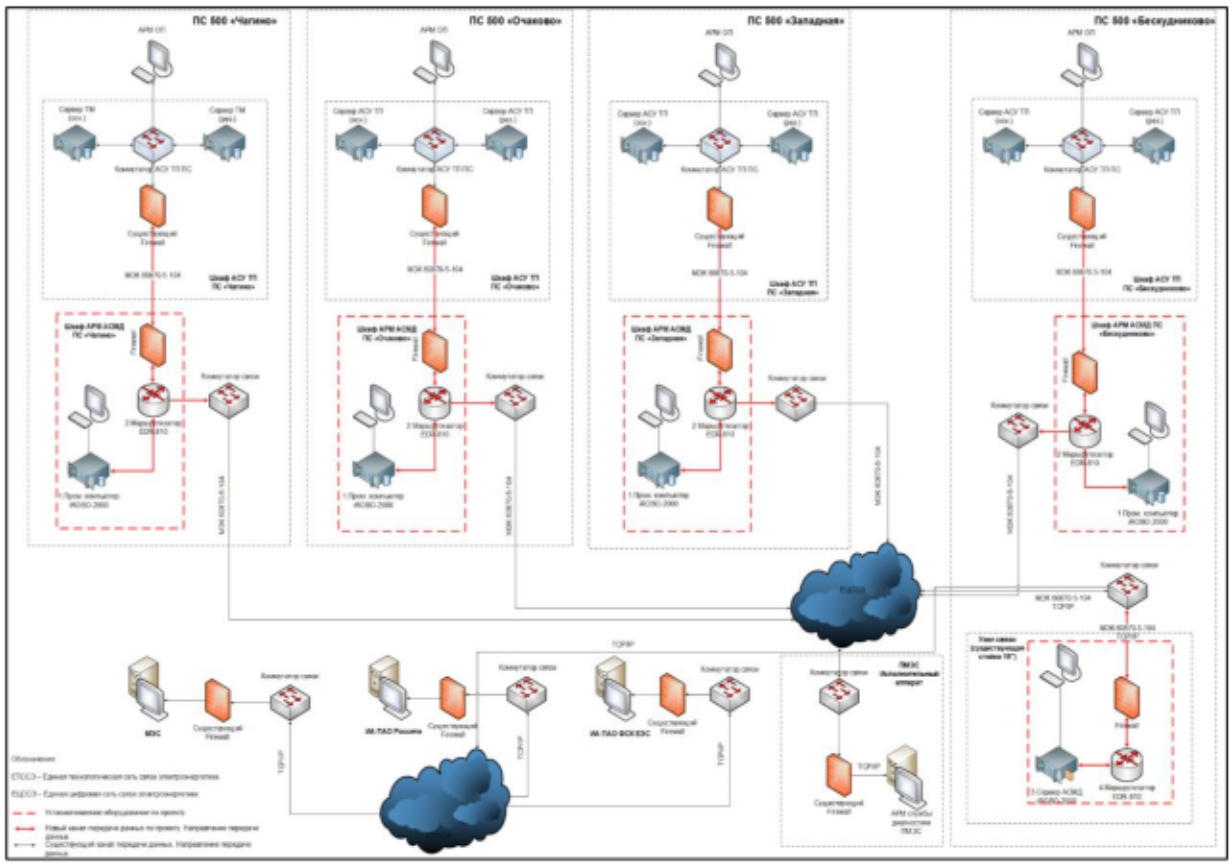


Рисунок 23 - Структурная схема комплексной АСМД энергообъектов «Московского кольца»

Настоящая АСМД позволяет формировать набор данных для:

· Для оперативной и среднесрочной оценки

Проект реализован во исполнение стратегических задач Правительства Российской Федерации,, Минэнерго России, ПАО «Россети», направленных на развитие и применение АСМД – повышения эффективности

технического состояния основного оборудования;

· мониторинга технического состояния (узлов) оборудования с трансляцией данных на уровни управления Общества;

выполнения статистического и тического анализа (big data).

технического обслуживания и эксплуатации энергетического оборудования, развитие автоматизированных систем управления, применение технологий больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников.

В ходе реализации проекта были решены следующие задачи:

- Сформирована единая сеть АСМД;
- Стандартизирован контроль разных видов оборудования;
- АСМД разных производителей приведены в единый ПТК: контроль АТ и Т «SAFE-T»; контроль изоляции вводов «КИВ 500-110»; Контроль ЧР КРУЭ-500кВ, КЛ 500 кВ «Велес»; контроль температуры КВЛ «Седатэк». ПТК проходит регистрацию включения в реестр отечественного ПО;
- Оптимизация и повышение эффективности применения элементной и аппаратной базы;
- Замещение компонентов АСМД на серийно выпускаемые отечественные аналоги (контроллеры, первичные датчики приборы);
- Выполнена интеграция данных АСМД в АСУТП ПС;
- Данные выведены в профильные подразделения на уровни управления энергообъектами.

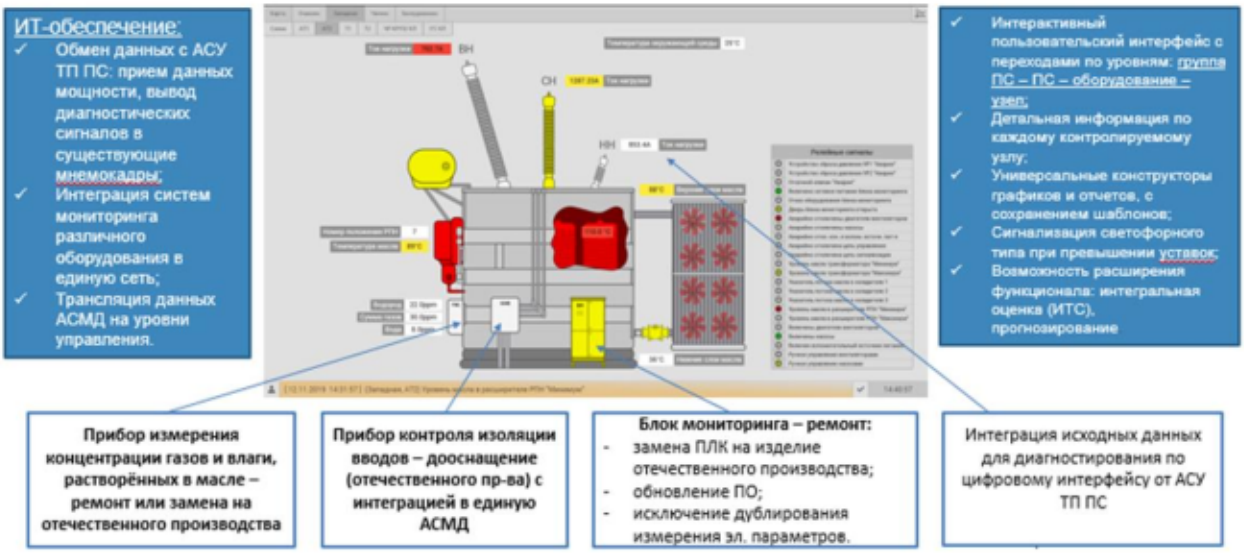
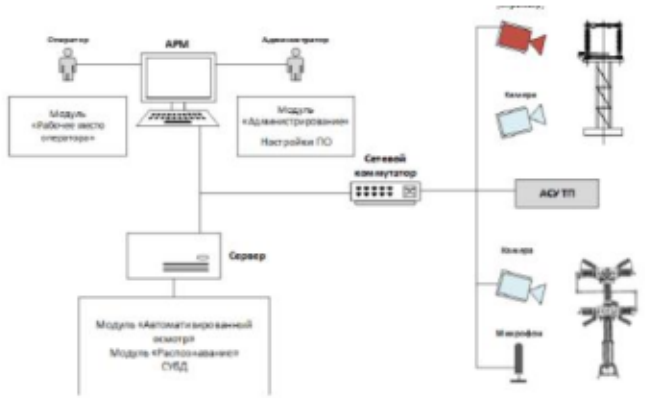


Рисунок 24 - Оптимизация (замена/модернизация) компонентов АСМД, на объектах Московского кольца

Проект имеет возможности межотраслевого масштабирования, влияет на изменение бизнес-процессов компании в части повышения эффективности контроля и технического обслуживания контролируемых энергообъектов. Возможности удаленного диагностирования состояния энергообъектов открывает новые рынки и способствует возникновению новых услуг, в том числе в качестве сервиса, который может быть использован энергетическими компаниями для перехода на ремонты по состоянию.

В целом важно отметить неоспоримый вклад данного проекта в достижение национальных задач в сфере импортозамещения путем создания отечественной элементной базы АСМД. В перспективе масштабирования ставится задача создания типовой структуры сети АСМД, позволяющей сквозную передачу данных по принципам CIM-модели.

1.4.2 ПАО «Россети»: Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений



Тип проекта:
инфраструктурный

Стадия зрелости:
внедрение

Применяемые СЦТ:
Видеомониторинг
Машинное зрение

Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений предназначен для использования на подстанциях, которые построены 10-15 лет назад, с низкой степенью автоматизации. В рамках перехода на удаленное управление эта система является инструментом для выполнения нормативных требований.

Основная цель проекта – отработка технологии компьютерного зрения. Дополнительно ставились следующие цели:

- Повышение надежности электроснабжения потребителей;
- Снижение аварийности оборудования подстанций (далее – ПС);
- Оптимизация расходов связанных с эксплуатацией ПС находящихся в труднодоступных и малонаселенных районах;
- Улучшение качества контроля за состоянием оборудования ПС за счет повышения частоты осмотров.

В процессе реализации проекта решались следующие задачи:

- Предупреждения возникновения технологических нарушений;
- Повышение эффективности операционной деятельности;
- Повышение эффективности существующей базы активов;
- Использование решений для целей удаленного технологического управления.

Технологические особенности.

Система работает по следующему алгоритму:

1. Дистанционное видео- (в видимом и ИК- диапазонах) и аудио наблюдение за контролируемым оборудованием подстанции;
2. автоматизированный осмотр по настраиваемым расписаниям контролируемого оборудования подстанции средствами сбора данных,
3. анализ данных автоматизированного осмотра с целью прогнозирования технологических нарушений;
4. оповещение об отклонениях, хранение данных автоматизированного осмотра.

Пилотной площадкой для установки системы стала ПС 500 кВ Курдюм. Установлено порядка 98 камер, но не на всей подстанции, а на ее части. Камеры расположены под прямым углом, строго над оборудованием (Рисунки 25, 26).

Рисунок 25 - Пример работы системы. Расположение камер на оборудовании

Дополнительно камеры настроены на фиксацию шумов, выявление отклонений от нормальных значений. В процессе опытно-промышленной эксплуатации отрабатывается ситуация, уровень критичности шума. На конец 2020 года в программу внесены данные по нормальным уровням шума при нормально работающем оборудовании. Дополнительно ведутся тепловизионные наблюдения. Данные тепловизора также снимает камера и передает эти показания.

На текущий момент система делает осмотр по заданным параметрам. В перспективе – совершенствование системы в части записи показаний в режиме реального времени, а сохранения выборочных данных (только отклонений от нормальных значений). В дальнейшем это поможет перевести подстанции на эксплуатацию без постоянного присутствия персонала.

Рисунок 26 - Пример работы системы. Контроль автотрансформатора.

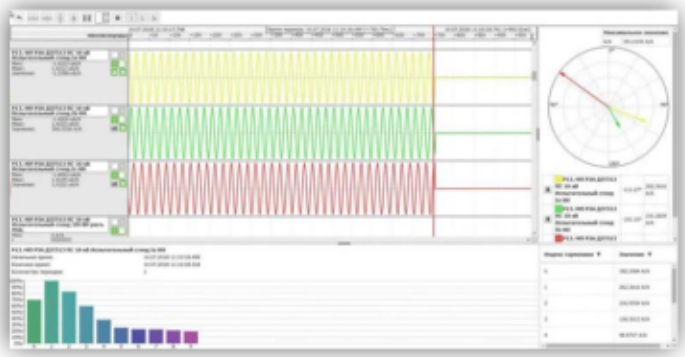
Эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса:

- Снижение эксплуатационных затрат
- Улучшение условий труда персонала
- Снижение сроков и затрат на устранение технологических нарушений и повышение уровня эксплуатации оборудования за счет выявления дефектов на ранней стадии
- Получение информационно-аналитического инструмента по контролю за состоянием оборудования ПС с возможностью тиражирования

Для потребителей: повышение уровня надежности электроснабжения и снижение темпа роста тарифа на электроэнергию.

1.4.3 ПАО «Россети»: Система автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС. Автоматизированная цифровая система мониторинга и анализа функционирования устройств РЗА



Тип проекта:
инфраструктурный/
новые рынки

Стадия зрелости:
тиражирование,
масштабирование

Используемое ПО:
NPT Platform (ГК «ЭнергопромАвтоматизация», «RTSoft Protection Suite. АСМ РЗА для энергообъектов и предприятий» («РТСофт»).

Применяемые СЦТ:
Искусственный интеллект

Своевременное техническое обслуживание оборудования является залогом надежности функционирования энергосистемы. Для современных электрических сетей характерен рост общего количества устройств регулирования, управления и резервирования, что делает особенно актуальной задачу типизации и максимального повышения эффективности работ по их техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР)[5]. Во многом это достигается переходом от планового обслуживания к обслуживанию с учетом оценки фактического состояния оборудования. Также эффективность обслуживания повышается за счет хранения всей информации в цифровом виде, типизации оборудования, автоматизации планирования, выполнения, контроля работ и составления отчетности.

[5] Шеметов А.С. и др. Переход на обслуживание по состоянию устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС // Автоматизация и IT в энергетике. 2019. № 8 (121). С. 40-49.

Значительная доля усилий эксплуатационного персонала направлена на поддержание в исправном состоянии устройств и комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА). В соответствии с приказом Минэнерго России от 13 июля 2020 г. № 555 техническое обслуживание устройства РЗА по состоянию допускается, если организован и осуществляется мониторинг его функционирования, обеспечивающий объективную и достоверную оценку работоспособности. При этом должен обеспечиваться автоматизированный сбор информации с каждого устройства РЗА через подключение его к автоматизированной системе управления технологическими процессами объекта электроэнергетики (АСУ ТП). Данные функции реализуются в настоящем проекте.

Эксплуатация указанных выше автоматизированных систем приводит к накоплению большого объема информации с устройств РЗА, в том числе, в аварийных режимах. Анализ данной информации способствует сокращению количества аварий и аварийных отключений, происходящих из-за неправильной работы устройств РЗА, а также помогает оптимизировать настройки оборудования (уставки). Учитывая количество устройств РЗА и объем поступающей информации, актуальной становится разработка автоматизированной системы, производящей ее накопление, обработку и анализ в кратчайшие сроки с использованием сквозных цифровых технологий – «цифровых двойников» оборудования и методов предиктивной аналитики.

К основным **целям и задачам проекта** относятся:

– автоматизация труда персонала, эксплуатирующего РЗА, АСУ ТП и средства измерений (СИ);

– снижение эксплуатационных затрат компании за счет сокращения объема ручных операций при техническом обслуживании РЗА и анализе аварийных ситуаций;

– обеспечение условий для перехода к риск-ориентированному управлению и техническому обслуживанию микропроцессорных РЗА по фактическому состоянию.

– обеспечение эффективного информационного обмена между субъектами электроэнергетики для предупреждения аварий, связанных с работой РЗА.

Сроки реализации проекта. В 2017-2019 гг. реализован проект по созданию системы диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и СИ ПС. В 2018-2020 гг. реализован проект по разработке автоматизированной цифровой системы мониторинга и анализа функционирования устройств РЗА. В настоящее время проект находится на стадии опытно-промышленной эксплуатации.

Рисунок 27 – целевая структура технологии мониторинга, анализа функционирования РЗА и технического обслуживания по состоянию

Основные реализованные функции систем. Системы опираются на международные стандарты по хранению и обмену информацией – общую информационную модель (Common Information Model – CIM).

В автоматизированной цифровой системе мониторинга и анализа функционирования устройств РЗА реализуются следующие функции:

– автоматический сбор файлов и данных с энергообъекта (от устройств РЗА);

– централизованное хранение файлов данных, результатов мониторинга и анализа;

– централизованный мониторинг исправности устройств РЗА во всех режимах;

– планирование и оптимизация ведения технического обслуживания РЗА по состоянию;

– анализ развития аварийных событий, оценка правильности пусков и срабатывания РЗА;

– ведение единой информационной базы данных, включающей реестр устройств РЗА, нормативно-техническую документацию, карточки технологических нарушений

Система диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и СИ ПС предусматривает мониторинг работы устройств РЗА, моделирование аварийных режимов, создание, анализ работы «цифровых двойников» РЗА и сравнение с фактическими данными, формирование отчетов по аварийным событиям, функции оптимизация графика технического обслуживания РЗА по фактическому состоянию, автозаполнение отчетов по работе РЗА, автоматизированный выбор и

проверка существующих параметров устройств РЗА (уставок) по множеству методик производителей.

При срабатывании РЗА системы позволяют зафиксировать срабатывание и максимально быстро информировать о нем, определить границы аварийного процесса, получить осциллограммы, относящиеся к аварийному процессу, выполнить анализ правильности срабатывания РЗА, предоставить пользователям на всех уровнях системы информацию о произошедшем событий.

Представляют интерес отдельные реализованные подсистемы. Подсистема автоматического мониторинга измерений каждые 30 минут фиксирует относительное расхождение измерений терминалов РЗА и счетчиков АСУ ТП и его выход за пределы доверительного интервала, оповещает пользователей и предоставляет подробный отчет о событии.

Подсистема анализа технологического процесса по локально-вычислительной сети подстанции (ЛВС ПС) формирует сигналы неисправности (ошибки GOOSE и SV, нарушения каналов связи, неисправности терминалов и коммутаторов),

делает запись в журнале учета дефектов и неполадок АСУ ТП, по которому формируется предложение на устранение в рамках ТОиР.

Эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса: минимизация экономического ущерба за счёт сокращения количества аварий и аварийных отключений, происходящих из-за неправильной работы устройств РЗА, экономия за счет снижения доли ручного труда и сокращения трудозатрат на сбор и анализ информации при расследовании аварий и аварийных отключений, экономия за счет на 30-40 % расходов на техническое обслуживание РЗА.

Для потребителей: повышение надежности электроснабжения, снижения числа аварий и аварийных отключений.

Перспективы проекта. Существуют возможности отраслевого и межотраслевого масштабирования. Проект обладает экспортным потенциалом.

Проект отвечает направлениям Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики, в части роста производительности труда, повышения надежности и безопасности электроснабжения, а также развития цифровых компетенций.

1.4.4 ПАО «Россети»: Дистанционный мониторинг состояния линейных объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА

Тип проекта: инфраструктурный

Стадия зрелости: пилотирование

Используемое ПО: Система машинного обучения и анализа больших данных, разработка ПАО «Россети»

Применяемые СЦТ: Искусственный интеллект, Робототехника и сенсорика,

Необходимость автоматизации и цифровизации процесса мониторинга состояния линейных объектов электросетевого комплекса обусловлено самой высокой долей эксплуатационных затрат на проведение данного вида мероприятий. Средняя зона обслуживания (протяженность) одной бригады по обслуживанию воздушных линий электропередачи (далее – ВЛ) 35кВ и выше составляет порядка 600 км в день. Качественный осмотр одной ВЛ – порядка 20 км в день. При этом минимальное количество осмотров в год – 2 (плановый и внеплановый).

Таким образом, только для периодического осмотра ВЛ 35 кВ и выше одной бригаде требуется 60 из 250 рабочих дней. С учетом остальных видов осмотров практически для каждой бригады по обслуживанию ВЛ осмотры составляют как минимум ¼ часть рабочего времени.

Цели проекта – повышения операционной эффективности обслуживания ВЛ путем выявления зарождающихся дефектов элементов ВЛ и, как следствие, повышение надежности работы ВЛ;

В процессе реализации проекта решались следующие задачи:

- Получение работоспособной автономной авиационной беспилотной системы с размещением на энергообъектах Россети Центр базовых зарядных станций, в т.ч. с практической отработкой всех возможных сценариев взлета-посадки БПЛА на территорию энергообъекта.
- Создание системы автоматического распознавания дефектов опор ВЛ и отклонений от нормального эксплуатационного состояния трасс ВЛ с формированием и передачей отчётов в систему СУПА Россети Центр.
- Выбор оптимального маршрута БПЛА и точек установки базовых зарядных станций для применения системы в эксплуатационной зоне.
- Согласование с зональным центром Росавиации упрощенного порядка подачи заявок для выполнения плановых и внеплановых (после аварийных отключений) полетов БПЛА в рамках выполнения пилотного проекта. Выполнение проектных работ по размещению зарядных систем на подстанциях, в т.ч. с описанием потоков данных. Определение оптимальных путей потоков.
- Дообучение системы в течение пилотного проекта по направлениям авионики с возможным расширением функций БПЛА по применению на различных энергообъектах с точки зрения территориальной конфигурации, оптимизации количества и качества распознаваемых дефектов, расширения функционала путем получения данных on-line при проведении полета.
- Принятие решения по итогам пилотного проекта об оптимальном распределении функционала, связанного с планированием полетов, контроля полетов и соответствующей логистики.
- Организация подсчета человеко-часов всех задействованных лиц и анализ этих данных на предмет повышения эффективности работы системы и снижении издержек.

- Анализ рынка беспилотной диагностики на предмет появления новых беспилотных аппаратов с целью удешевления системы в промышленной серии.
- Проверка возможностей системы распознавать типы ДКР и, соответственно, корректировка базовых сметных цен для подрядчиков с учетом разных типов ДКР.
- Заключение лицензионного(-ых) договора(-ов) на распространение системы с получением финансовых средств в качестве возврата инвестиций за использование результатов интеллектуальной собственности.

Этапы реализации проекта. К реализации проекта ПАО «Россети» приступили в 2018 году. На текущий момент проект находится на стадии опытно-промышленной эксплуатации. В 2021 году проект переходит к этапу промышленной эксплуатации.

Технология процесса. Диагностика ВЛ осуществляется по следующему алгоритму:

1. Однократное формирование полетного задания (для плановых полетов) и передача его многофункциональной площадке базирования.
2. Зарядка и базирование БПЛА на ПС 35-110 кВ, прием задания по цифровым каналам связи и передача его в БПЛА
3. Облет трасс ВЛ 35-110 кВ с диагностикой элементов ВЛ различными сенсорами.
4. Возврат на базу. Передача диагностической информации в Центр обработки данных. Начало режима зарядки
5. Обработка данных нейронной сетью. Выборка дефектов и несоответствий НТД
6. Приоритизация дефектов: аварийные, неотложные, устраняемые в процессе ТО

7. Автоматическое формирование заявки на устранение дефекта и задания бригаде

Весь процесс управления БПЛА происходит абсолютно дистанционно, не требуя участия человека. Существующие возможности технологии нейронной сети позволяют обнаруживать все виды дефектов в части: изоляторов, траверс-опор, обрывов провода, а также выявлять препятствий по заданному маршруту (деревья, например).

Рисунок 28 - Распознавание параметров работы объектов при помощи нейронной сети

Реализация данного проекта позволит получить следующие эффекты:

- снизить недоотпуск электроэнергии;

- снизить долю участия персонала служб ВЛ в обслуживании ВЛ и, соответственно;
- повысить безопасность работы ВЛ путем контроля нахождения посторонних предметов, строений и т.п. в охранной зоне ВЛ;
- осуществлять контроль выполнения работ подрядными организациями на объектах электросетевого хозяйства;
- проводить предпроектные и изыскательские работы с целью строительства/реконструкции ВЛ и объектов электрических сетей;
- проводить предварительную оценку затрат на вырубку просек посредством анализа высот деревьев, их количества, типов пород деревьев.

Дополнительно появится возможность создания новых услуг по постоянному мониторингу объектов с помощью БПЛА без участия человека.

В целом прогнозируется высвобождение персонала, осуществляющего диагностику ВЛ 35 кВ и выше, и его перераспределение в сторону процессов ремонта и ТПиР в связи с увеличивающимся сроком службы оборудования.

Эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса: повышение безопасности сотрудников, сокращение времени реагирования на аварию, повышение операционной эффективности.

Для потребителей: повышение уровня надежности электроснабжения и снижение темпа роста тарифа на электроэнергию.

1.5 ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ РЫНКА

1.5.1 ПАО «Россети»: Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта

Тип проекта: инфраструктурный/ новые рынки

Стадия зрелости: Инфраструктура – масштабирование, программное обеспечение – внедрение и развитие, V2G - пилотирование

Используемое ПО: CRM, BI-системы

Применяемые СЦТ: Машинное обучение

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, в реализации данного проекта применялось цифровое решение «**интеграция электромобилей в электросеть (V2G)**». Данное решение предлагает широкие возможности использования потенциала разного рода электромобилей для нужд энергетики и транспорта. Интеграция электромобилей и гибридов, таких как аккумуляторные электромобили (BEV), подключаемые гибриды (PHEV) или электромобили на водородных топливных элементах (FCEV) в энергетическую систему предполагает, что такие автомобили могут выступать в качестве мобильных накопителей, заряжаться в периоды избыточного предложения электроэнергии (например, ночью) и разряжаться в периоды пикового спроса, когда есть дефицит

электроэнергии (например, утром и в вечерние часы), основываясь на текущем балансе спроса и предложения электроэнергии.

Поскольку в любой момент времени 95% автомобилей припаркованы, аккумуляторы в электромобилях можно использовать для пропуска электричества из автомобиля в распределительную сеть и обратно.

Выработка электроэнергии автомобилями превосходит потребности одного частного дома, тем самым один автомобиль, используя только энергию в батареях, может снабжать дома электроэнергией в течение нескольких дней в случае аварийного отключения энергии.

По оценкам Международного энергетического агентства к 2030 году в мире будет насчитываться более 260 млн. шт. электромобилей[6]. В России до конца 2021 года обнулены таможенные пошлины на электромобили, в ряде регионов для таких автомобилей отменен транспортный налог, в крупных городах для электромобилей разрешена бесплатная парковка, появляются электротакси и каршеринг. Таким образом, стоимость покупки и владения электромобилем снижается и растет постоянный спрос на услугу зарядки.

Это означает, что в ближайшее десятилетие ожидается взрывной рост объемов технологического присоединения. Загрузка зарядной инфраструктуры имеет сложно прогнозируемый характер, что может стать вызовом для сетевых компаний в области оперативно-технологического управления электроэнергетических систем. В то же время переход всего лишь 1 % легкового парка автомобилей в России на электротягу способен обеспечить дополнительный спрос на электроэнергию более 1ТВт·ч. Спрос на услугу зарядки формирует новые рынки и бизнес-модели: услуг по подзарядке электротранспорта (B2C), системных услуг (B2G) и услуг для операторов зарядной инфраструктуры (B2B). В России совокупный

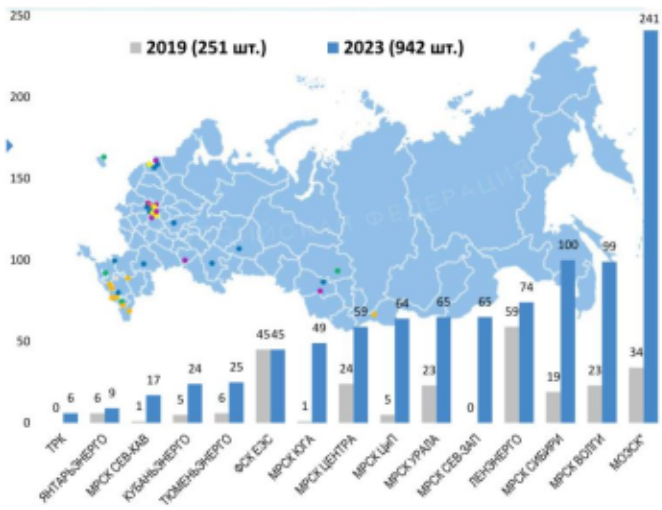
[6] Global EV Outlook. International Energy Agency. 2019. 232 p.

потенциал на указанных рынках может составляет от 100 до 400 млн. руб. ежегодно.

Для ответа на указанные вызовы ПАО «Россети» разработана и реализуется Концепция развития зарядной инфраструктуры на период 2020-2025 гг. **Проект «Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта»** выполняется в рамках данной концепции.

Целью проекта является создание интеллектуальной зарядной инфраструктуры для электротранспорта.

При выполнении проекта решаются следующие **задачи**:



– создание зарядной инфраструктуры для индивидуального и общественного электротранспорта, позволяющей увеличить мобильность пассажиропотока в рамках городского и междугороднего сообщения Программа 30/30: создание сети зарядных станций в 30 городах и на 30 автомагистралях из почти тысячи зарядных станций к концу 2023 года (в 2019 году – 251 шт.), формирование партнерства с каршеринговыми компаниями, заключение контрактов жизненного цикла для электротранспорта в Москве и других городах, пилотный проект по развитию речного электрического транспорта в Санкт-Петербурге.

– внедрение платформенного решения технологического управления зарядной инфраструктурой – оператор инфраструктуры «Россети Электротранспорт»;

– создание экосистемы, объединяющей финансовые институты, нефтегазовые компании, операторов пассажироперевозок;

– апробирование новых технических решений (Smart Charging, V2G[7], накопители, интеграция в Smart Grid)

Этапы реализации проекта. В 2020 году внедряется платформенное решение (базовая версия), в 2021 году ведутся НИОКР по созданию и испытаниям модуля самобалансируемой зарядной станции и инструментов динамического ценообразования, осуществление проектов по интеграции с системами накопления энергии и возобновляемыми источниками энергии. В 2022 году планируются пилотные проекты по внедрению V2G. На протяжении 2020-2025 годов – развитие инфраструктуры зарядных станций для электромобилей.

В результате реализации проекта будут создана цепочка создания стоимости со следующими основными участниками:

– ПАО «Россети». Определение политики развития инфраструктуры, технических стандартов, аттестация производителей, развитие рынка электротранспорта.

– Разработчик платформы по управлению зарядной инфраструктурой. Разработка программного комплекса, серверная и клиентская части, мобильное приложение, интеграция в Smart Grid, интеграция со сторонними программными решениями.

– Поставщик решений. Комплексные решения для корпоративного и частного сектора: Infrastructure as a Service (услуга «под ключ» по созданию инфраструктуры для заказчика, планирующего строить сеть ЭЗС) и Software

[7] Vehicle-to-Grid (V2G) - концепция двухстороннего использования электромобилей и гибридов, подразумевающая подключение машины в общую электрическую сеть для подзарядки автомобиля с возможностью выдачи электроэнергии обратно в сеть для участия в управлении спросом на электроэнергию

as a Service (услуга по развертыванию ПО и администрированию для заказчиков, имеющих сеть ЭЗС).

– Поставщик услуг для пользователей. Поставка, монтаж, пуско-наладка и обслуживание оборудования для потребителей.

– Администратор ЭЗС. Аутентификация пользователей, взимание платы, расчеты с поставщиками электроэнергии, клиентская служба.

Рисунок 30 – архитектура платформенного решения

Эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса: увеличение объемов полезного отпуска электроэнергии, организация технологического управления зарядной инфраструктурой и ее интеграция в Smart Grid, снижение удельных затрат при расширении инфраструктуры, снижение объемов резервируемой мощности, снижение пиковых нагрузок, оптимизация топологии сети, рост объемов нетарифной выручки.

Для потребителей: создание и развитие доступной инфраструктуры электрического транспорта, как общественного, так и индивидуального,

снижение стоимости услуги зарядки, создание единого окна входа для потребителей, сокращение выбросов CO2.

Перспективы проекта заключаются в возможности отраслевого масштабирования за счет стандартизации и типизации требований к зарядной инфраструктуре, коммерциализации услуги на новых принципах формирования стоимости, изменении бизнес-процессов компаний.

Проект отвечает направлениям Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики, в части создания новых услуг, перевода взаимодействия с потребителем в цифровой формат и развития цифровых компетенций.

1.5.2 ПАО «Интер РАО»: Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum

Тип проекта: организационный

Стадия зрелости: масштабирование и развитие функциональности

Используемое ПО: Открытое ПО

Применяемые СЦТ: нет

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, в реализации данного проекта применялись такие цифровые решения, как RPA (интеллектуальный ассистент), а также решения, направленные на защиту данных и оборудования от киберугроз.

RPA (Robotic process automation) - решения по автоматизации и стандартизации управленческих процессов, которые включают в себя целый комплекс мер – начиная с роботизации рутинных операций (например, перенос информации между разными информационными системами, проверка контрагента и т.п.) и заканчивая переходом на облачные решения, которые существенно меняют подход ко многим процессам.

Основное отличие RPA от традиционных систем автоматизации заключается в имитации действий пользователя и использование пользовательских интерфейсов, что позволяет использовать уже имеющееся ПО и процессы, заменив оператора и сократив время их проведения, при этом исключая человеческий фактор

Автоматизированная система управленческого документооборота в импортозамещенной конфигурации (АСУД 2.0 или АСУД ИК) предназначена для комплексной автоматизации бизнес-процессов документационного обеспечения, повышения эффективности операционной

деятельности и производительности труда в Группе компаний «Интер РАО» (далее – Группа), подразделениях и филиалах.

Основными целями проекта АСУД 2.0 являются:

– уменьшение стоимости владения АСУД за счет отказа от лицензионных выплат;

– уход от проприетарного программного обеспечения производства США;

– повышение безопасности системы за счет минимизации рисков наличия «недекларированных возможностей»;

– повышение эффективности работы сотрудников с системой документооборота за счет улучшения эргономики пользовательского интерфейса;

– обеспечение возможности перехода на бездокументарный документооборот внутри Группы и подписание документов электронной цифровой подписью (далее – ЭЦП) с хранением их неограниченное время.

Проект «Перевод компонентов АСУД на импортозамещенную конфигурацию» одержал победу на конкурсе «Проектный Олимп» в 2019 году, который проводится ежегодно Аналитическим центром при Правительстве РФ в номинации «Управление проектами в сфере цифровизации и информационных технологий».

Основной целью автоматизации является повышение эффективности рабочих процессов путем оптимального использования технологических возможностей системы АСУД 2.0:

– образование единого информационного пространства;

– гарантия надежности учета и хранения документов;

– оперативный доступ и быстрый поиск необходимой информации;

– повышение скорости и качества принятия управленческих решений;

– снижение ошибок человеческого фактора за счет автоматизации процессов;

– обеспечение прозрачности процессов работы с документами;

В таблице 1 подробнее представлены основные направления автоматизации, выполняемые с помощью АСУД 2.0.

Таблица 2 – Примеры автоматизированных направлений в АСУД 2.0

№ п/п	Направление	Описание
1.	Управленческий документооборот	– Входящие и исходящие документы – корпоративные письма, служебные записки; – организационно распорядительные документы; – приказы, приказы ВНД, распоряжения, указания, поручения; – протоколы совещаний.
2.	Корпоративный документооборот	– Документы Правления, Совета директоров, комитетов Совета директоров: материалы к заседаниям, повестки и протоколы заседаний, выписки из протоколов;
3.	Юридический документооборот	– Договоры и дополнительные соглашения; – доверенности.
4.	Финансовый документооборот	– Первичные документы: акты, накладные, универсальные передаточные документы.
5.	Документооборот управленческой	– Бизнес-планы и отчеты: бизнес-план, прогноз об исполнении бизнес-плана,

	отчетности	скорректированный бизнес-план, отчет об исполнении бизнес-плана, ежеквартальная отчетность о производственно-хозяйственной деятельности; – инвестиционные программы и отчеты: инвестиционная программа, скорректированная инвестиционная программа, отчет об исполнении инвестиционной программы, материалы оперативного перераспределения средств по внеплановому проекту; – Страновая отчетность: страновой отчет, глобальная документация, национальная документация
6.	Кадровый документооборот	– Приказы о командировании

Рисунок 30 – Типовые стадии жизненного цикла документа в АСУД 2.0

Перспективами проекта автоматизированной системы управленческого документооборота в импортозамещенной конфигурации являются

возможность масштабирования, система является типовой тиражной и отчуждаемой, внесена в реестр отечественного ПО.

На рисунках 31 и 32 представлены направления развития АСУД 2.0 и стадии перехода компонентов системы на российское и открытое программное обеспечение.

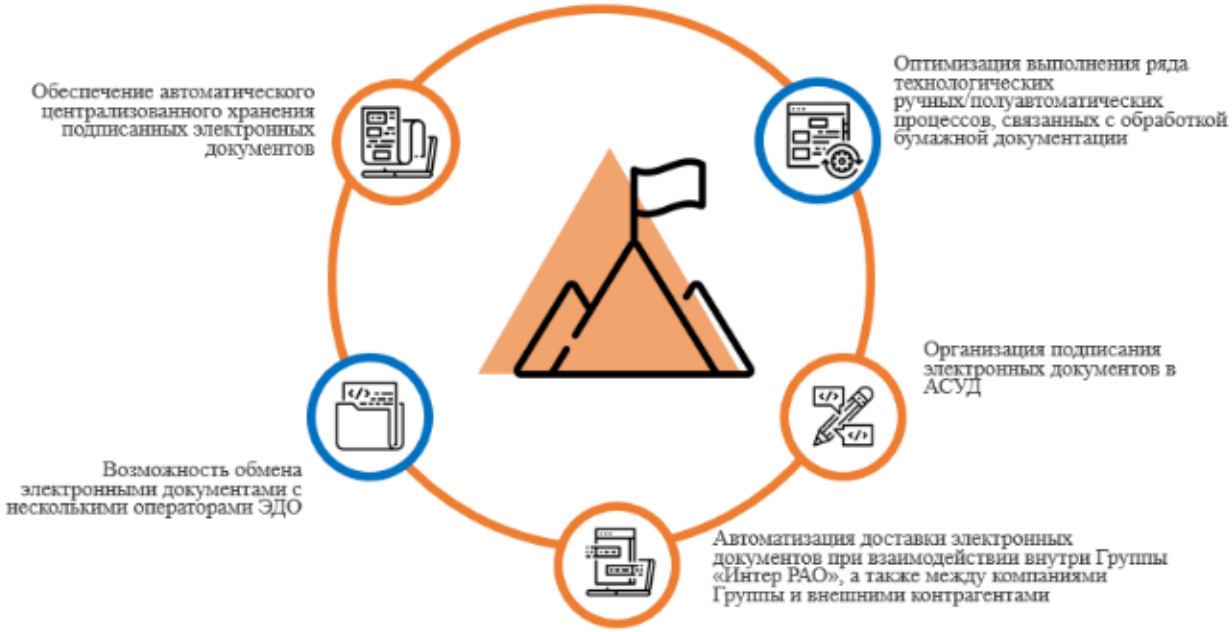


Рисунок 31 – Цели и направления развития АСУД 2.0

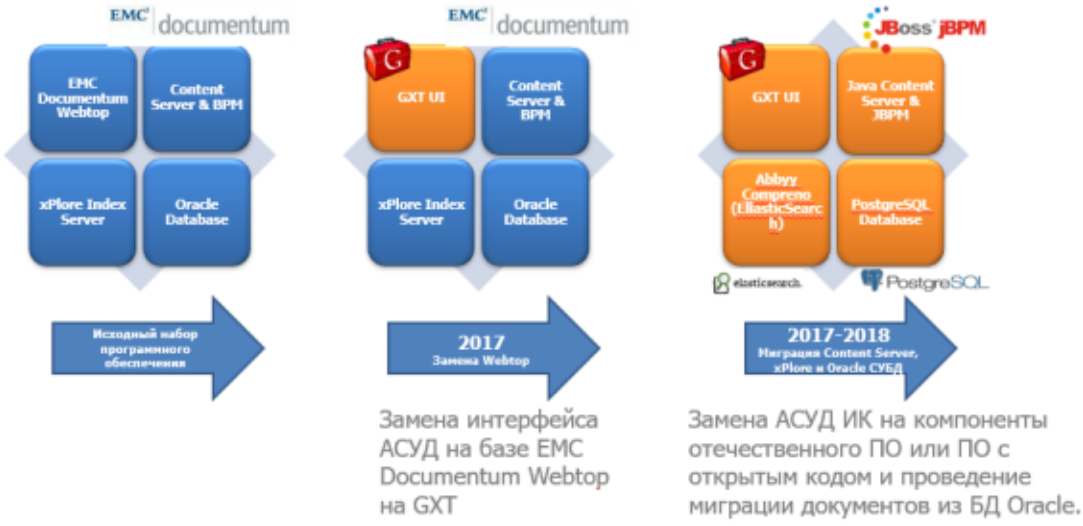


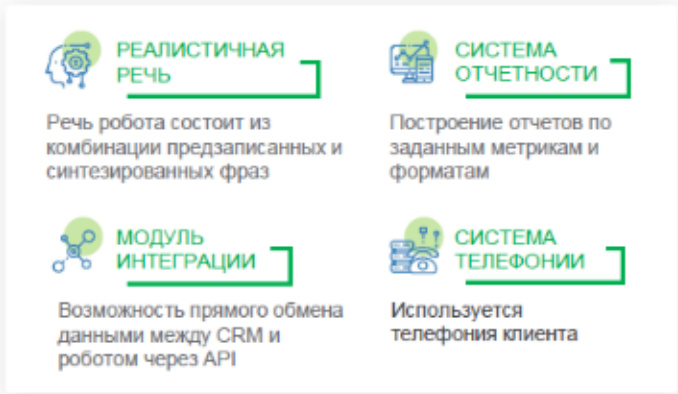
Рисунок 32 – Последовательность миграции компонентов АСУД на импортозамещенную конфигурацию

В настоящий момент система тиражируется внутри Группы «Интер РАО», подключены около более 8 тысяч пользователей в 41 компании. В таблице 3 представлены ожидаемые эффекты для конечных потребителей системы АСУД 2.0.

Таблица 3 – Ожидаемые эффекты для потребителей

№ п/п	Наименование	Описание
1.	Повышение уровня автоматизации бизнес-процессов	– Онлайн коммуникация и сбор данных; – повышение уровня доступности информации; – исключение необходимости несения затрат на бумажный документооборот; – не менее 500 контрагентов смогут вести полный документооборот с компаниями группы в электронном виде.
2.	Повышение качества обслуживания	– Персонализация сервисов; – Сокращение времени на решение вопросов и получение услуг (принцип «одного окна»); – Сокращение количества ошибок и сбоев при обслуживании клиентов.
3.	Поддержание экологии	– Уменьшение использования не менее 5 млн. листов бумаги ежегодно.
4.	Снижение уровня коррупции	– Повышение уровня прозрачности оказываемых услуг.
5.	Повышение эффективности существующего бизнеса	– Ежегодная экономия реализации этапа импортозамещения принесла примерно 50 миллионов рублей за счет отказа от технической поддержки EMC Documentum и Oracle; – повышение производительности труда за счет автоматического агрегирования документов корпоративного процесса, возможности голосования по вопросам повестки дня в системе, в будущем за счет возможности подписывать любые договоры и документы с ЭЦП с хранением образа в системе за счет интеграции с операторами генерации ЭЦП.

1.5.3 ПАО «Россети»: проект «Роботизированная обработка телефонных обращений»



Тип проекта: организационный

Стадия зрелости: пилотирование/промышленная эксплуатация;

Платформа: Облачное решение (SaaS)

Применяемые СЦТ: искусственный интеллект

В соответствии со Стратегией цифровой трансформации электроэнергетики, в реализации данного проекта применялось цифровое решение «**цифровые каналы коммуникации с клиентом**». Основными инструментами данного решения являются чат-боты и голосовые помощники, которые используются для обработки запросов клиентов. Используя технологии машинного обучения, онлайн-помощники самостоятельно на основании исторических данных обучаются более эффективному взаимодействию с клиентом.

Проект «Роботизированной обработки телефонных обращений» разрабатывается ПАО «Россети» совместно с компанией VS Robotics, которая входит в группу компаний Сбербанк.

В компании ПАО «МРСК Центра» проект «Роботизированной обработки телефонных обращений» находится на стадии промышленного эксплуатации с апреля 2020 г. и используется для автоматизации процесса обработки входящих обращений клиентов. В компании ПАО «МРСК Северо-Запад» данный проект находится на этапе пилотирования с сентября 2020 г. и позволит автоматизировать процесс исходящих обзвонов по заявкам на техническую поддержку.

Цели проекта «Роботизированной обработки телефонных обращений» направлены на:

- снижение времени, требуемого для донесения информации и повышение охвата аудитории;
- снижение стоимости звонка и сокращение общих затрат на коммуникацию;
- повышение эффективности обзвонов;
- изменение системы обзвонов и работы реального оператора (роботизация всех типовых разговоров любой сложности).

Задачи проекта «Роботизированной обработки телефонных обращений»:

- повышение эффективности операционной деятельности;
- снижение затрат на организацию и содержание кол-центров;
- повышение эффективности сбора средств;
- развитие новых направлений услуг;
- получение объективной обратной связи по качеству обслуживания.

Перспективами данного проекта являются:

– возможность отраслевого масштабирования, в том числе быстрая кастомизация и адаптирование скриптов под конкретные задачи заказчиков;

– формирование нового рынка услуг (ведение диалога с потребителями, коллекшн в отрасли);

– изменение бизнес-процессов компаний и финансовые эффекты от внедрения.

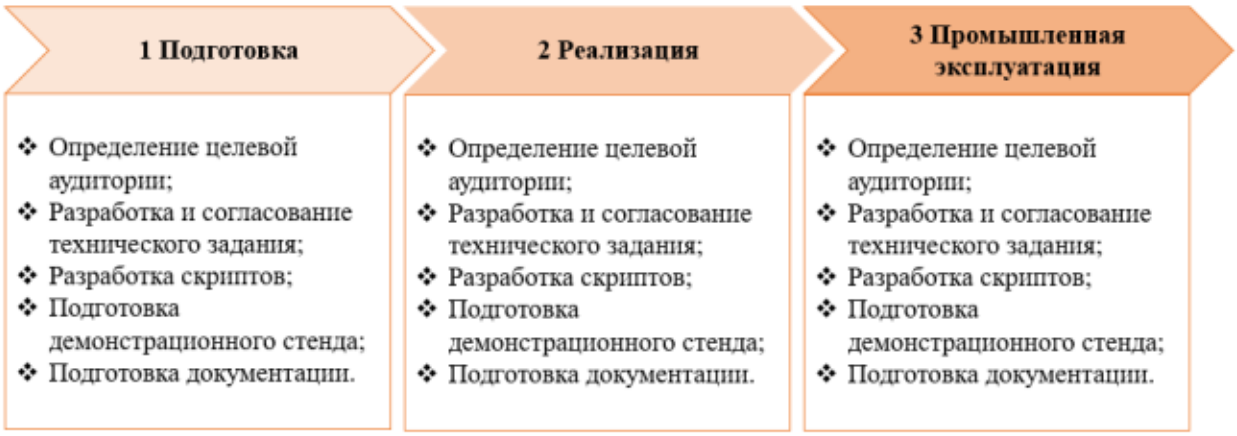


Рисунок 33 – Этапы реализации проекта «Роботизированной обработки телефонных обращений»

Ожидаемые эффекты.

Для бизнеса:

- Повышение эффективности обзвонов, которое выражается в увеличении количества звонков за единицу времени, а также снижении стоимости 1 минуты звонка минимум на 30%;
- Повышение уровня автоматизации бизнес-процессов;
- Снижение влияния «человеческого фактора».

Для населения: повышение качества и доступности информации.

1.5.4 ООО «Центр 2М»: Мобильный оператор цифровых устройств

Тип проекта: инфраструктурный/ новые рынки

Стадия зрелости: коммерческая эксплуатация/ масштабирование

Используемое ПО: IoT M2M платформа (управление SIM картами и LPWAN устройствами

Применяемые СЦТ: Интернет вещей, новые коммуникационные технологии

Актуальность проекта. На сегодняшний день общемировой тренд на полное оснащение энергетических объектов интеллектуальными устройствами для мониторинга и анализа состояния работы таких объектов очень актуален и в России. Каждое отраслевое направление самостоятельно ведет мониторинг и учёт данных посредством собственно разработанных платформ или программного обеспечения наиболее известных производителей, а также сбор данных с использованием всевозможных протоколов связи. Такое разрозненное управление данными порождает ряд проблем, требующих решения при помощи цифровизации:

1. использование различных технологий и протоколов связи, а также различных информационных систем при сборе данных и управлении большим количеством устройств требует валидации данных;
2. перепад уровня радиосигнала и неоднородность качества покрытия у конкретного оператора связи в одной локации требует дублирования и резервирования каналов связи путем подключения второго оператора;

3. наличие нескольких платформ управления устройствами, которые предоставляются разными операторами связи, требует кратного увеличения времени персонала для осуществления контроля, оценки достоверности, индивидуальной настройки частоты сбора данных, интеграции этих платформ с информационными системами заказчика, а также управления.

В связи с этим существенным вызовом является обеспечение унифицированного подключения интеллектуальных устройств, а также обеспечение контроля и управления ими из единого центра.

Проект ООО «Центр 2М» решает эту проблему посредством применения комплексного решения по управлению информационными потоками от умных устройств. Единая система управления устройствами и подключениями уже внедрена в нескольких энергетических компаниях и успешно эксплуатируется.

Цель проекта – обеспечение доступности и целостности данных.

Задача проекта – повышение эффективности операционной деятельности.

Этапы реализации проекта. На данном этапе система находится в промышленной эксплуатации, внедрена на предприятиях энергетической отрасли и проходит постоянную доработку и оптимизацию под персональные нужды конкретных компаний-заказчиков.

Так, система внедрена в работу энергосбытовой компании АО «ЭК «Восток», чьи активы насчитывают 7 региональных отделений, 20 000 обслуживаемых точек учёта. Потенциально количество точек учёта будет увеличено до 1 млн. Система обеспечивает контроль и управление автоматическими приборами учёта электрической энергии в режиме реального времени. Среди полученных эффектов можно выделить следующие.

➢ **Снижение в 1,5-2 раза операционных расходов** на резервирование за счёт отсутствия необходимости оплачивать обслуживание второй SIM-карты и сопутствующие сетевые ресурсы (Static IP и др.).

➢ **Повышение эффективности и надёжности передачи данных** – устройства в течение минуты заработают через альтернативную доступную радиосеть в случае аварии в первичной радиосети. Снижается количество аварийных вызовов, связанных с выходом прибора учёта из сети связи.

➢ **Кратное сокращение трудозатрат** административно-финансовых подразделений.

➢ **Снижение дебиторской задолженности** за счёт контроля безучётного потребления энергии.

➢ **Невозможность несанкционированного использования SIM-карт** при перестановке их из прибора учёта в неразрешенное устройство.

Технологические особенности

Схема организации цифровой платформы ООО «Центр 2М» представлена на рисунке 34.

Рисунок 34 - Схема организации цифровой платформы.

Система обеспечивает полное радиопокрытие территории Российской Федерации, т.е. доступность услуги связи для каждой SIM-карты ООО «Центр 2М», в результате чего отпадает необходимость в использовании резервных SIM-карт.

На рисунке 35 представлена схема организации связи единого цифрового оператора ООО «Центр 2М».

Рисунок 35- Схема организации связи единого цифрового оператора.

Основные эффекты от внедрения проекта:

Для бизнеса: сокращение эксплуатационных затрат на услуги связи и на выезд эксплуатационно-технического персонала.

Для населения: повышение качества обслуживания.

Перспективы проекта заключаются в возможности отраслевого и межотраслевого масштабирования технологий, а также в оптимизации бизнес-процессов компаний.